

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Міжнародна науково-технічна конференція

Матеріали конференції

РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ
ТА СУСПІЛЬСТВА

Т о м 1



Кривий Ріг - 2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Міжнародна науково-технічна конференція

М а т е р і а л и к о н ф е р е н ц і ї

РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ
ТА СУСПІЛЬСТВА

Т о м 1

ББК 33:34.3
УДК 622:669
Г - 67

Редакційна колегія: **Ступнік М.І.**, д-р, техн. наук, проф. (відповідальний редактор); **Моркун В.С.**, д-р техн. наук, проф. (заступник відповідального редактора); **Андреев Б.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Блізнюков В.Г.**, д-р техн. наук, проф.; **Губін Г.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Громадський А.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Євтехов В.Д.** - зав геол.-мінерал. наук, проф.; **Жуков С.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Ковальчук В.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Купін А.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Олійник Т.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Сінчук О.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Толмачов С. Т.**, д-р техн. наук, проф.; **Федоренко П.Й.**, д-р техн. наук, проф.; **Шайкан А.В.** д-р техн. наук, проф.; **Швидкий М.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Учитель О.Д.**, д-р техн. наук, проф.

Адреса редакції: 50002,
Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 44.
Криворізький національний
університет. Тел. 26 24 07.

Редакційна колегія не несе відповідальності за авторські оцінки, добір та викладення фактів у матеріалах, які надійшли до редакції і наведені у випуску та друкуються в авторській редакції.

З М І С Т

Том 1

<i>Секція 1</i>	ВІДКРИТА РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН⁵⁷	3
<i>Секція 2</i>	ПІДЗЕМНА РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН	60
<i>Секція 3</i>	ШАХТНЕ ТА ПІДЗЕМНЕ БУДІВНИЦТВО	83
<i>Секція 4</i>	МАРКШЕЙДЕРІЯ ТА ГЕОДЕЗІЯ	86
<i>Секція 6</i>	ЕКОНОМІКА	107
<i>Секція 7</i>	БУДІВНИЦТВО	138
<i>Секція 8</i>	ОХОРОНА ПРАЦІ, ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЯ	179
<i>Секція 9</i>	МЕТАЛУРГІЯ	201
<i>Секція 10</i>	ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА, ГІРНИЧІ МАШИНИ ТА ГАЛУЗЕВИЙ ТРАНСПОРТ	205
<i>Секція 11</i>	ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА	254
<i>Секція 12</i>	КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ	294
<i>Секція 13</i>	ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН	315

УДК 622.235

О.В. ШАПУРИН, д-р техн. наук, проф., А.П. ЛЕВИЦЬКИЙ, генеральний директор ТОВ «МІ-ЦЕНТР»

ПРОБЛЕМИ БУРОВИБУХОВИХ РОБІТ У КАР'ЄРАХ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Значення діаметра зони руйнування гірських порід D_p , м з глибиною вертикальної свердловини зменшується - це відомий процес. Запропонована розрахункова формула для визначення цього параметра, який одночасно є параметром квадратної сітки свердловин W_2 для їх розташування у наступних рядах, м

$$D_p = W_2 = (K \cdot d \cdot \Delta^{0,25} \cdot Q^{0,25} / f^{0,25}) (1 - H \cdot 0,009),$$

де K - коефіцієнт розмірний - (1,52-0,12·lnf); d - діаметр свердловини, наприклад: 0,253 м; Δ - густина ВР розташованого у свердловині, наприклад Анемікс-70: 1220 кг/м³; теплота вибуху (енергія) тієї ж ВР: 3117 кДж/кг; H - глибина свердловини, наприклад змінюється від 5 до 21 м; f - коефіцієнт міцності за М. М. Протодьяконовим, наприклад змінюється від 6 до 20. Масу зарядів у наступних рядах свердловин слід визначати за геометричною формулою: $Q_{зар} = W_2 \cdot W_2 \cdot H \cdot q$, кг, де окрім відомих величин: q - питома витрата ВР, яку визначають за відомою формулою: $q = (10,6 + 0,05f) \cdot (\Delta^{0,25} \cdot f^{0,75} / Q^{0,75})$, кг/м³. Основне проектне значення висоти уступу в кар'єрах Кривбасу складає 15 м. Значення 17-19 і навіть 21 м виникають як результат не врахування фактору зменшення зони руйнування на глибині 15 м, що призводить до завищень по підшві, які бувають різними (1-3 м). Вже горизонтом нижче, якщо утворене завищення не було прибрано дрібними свердловинними зарядами, виникає уступ, висота якого перевершує 15 м і в якому доля висоти, що перевершує 15 м, двічі підлягає бурінню й підриванню. Окрім того, за умов збільшеної висоти уступу (16-18 м), зона руйнацій на рівні підшви стає ще меншою, тому завищення збільшується. Існуюча технологія застосування коротких свердловин із невеликими зарядами у них для ліквідації утвореного завищення по підшві має ту перевагу, що в ній все просто: буріння без нарощування бурового ставу, у свердловинах, як правило, немає води, в той же час є недоліки. Головний у тому, що питома витрата бурових і вибухових робіт значно більша, бо свердловини глибиною 3-5 м не виходить розташовувати на відстані 6-6,5 м.

Виникає ситуація яка формулюється словами: «коротка стіна», яка погано подрібнюється, бо потребує відстаней між зарядами: 2,5-3,5 м, які гармонюють із глибиною закладання зарядів. Другий недолік у збільшені розльоту осколків при підриванні і, окрім того, зменшення продуктивності екскаватора під час відвантаження уступу малої висоти. Невеликий аналіз наведеного наводить на думку доцільності, в окремих випадках, попереднього масового підривання невеликих зарядів ВР (10-15 кг у кожній свердловині) в межах усього блоку на рівні підшви уступу за для збільшення міцності нижньої частини свердловин і підтримання сітки свердловин на рівні більш високих значень. Можливо також верстатом СБШ-250 МН перейти на долота 269 мм з утворенням свердловин більшого діаметру (0,275 м), або придбати свердловий верстат, який бурить долотами 311 мм. Ця пропозиція дуже доречна ще і тому, що шкідливі тротил і тротиловімісні ВР мали критичні діаметри 25, або 50 мм, тоді як екологічно чисті емульсійні ВР: 80 мм; 90 мм і навіть 120 мм. Емульсійні ВР за умов діаметра свердловини 0,252 м детонують у межах 4,5-5,2 км/с. Це ніби то непогано, але насправді, у першому випадку доля енергії, яка у детонаційній хвилі перетворюється у кінетичну форму становить 67 %, у другому 89 %. Над цим фактом треба добре подумати. Дуже важливою є така деталь як сприятливе розташування прошарків гірських порід для їх вибухового подрібнення. Наприклад, майже вертикальне моноклінальне залягання шарів гірських порід, які формують укоси уступів, як у кар'єрі №1 ЦГЗК, або Полтавського ГЗК, або слабо похиле занурення складок майже перпендикулярно до укосів, як у кар'єрі ПівдГЗК. Такі варіанти сприятливої структури гірських порід історично сформували в цих кар'єрах невисокі (порівняно із іншими кар'єрами) значення питомої витрати ВР. Природа є природа. Треба брати питому витрату ВР згідно розрахунку за наведеною формулою, а не на 0,05 кг/м³ менше, як це часто бажається і виконується. Загальне зменшення питомої витрати ВР дуже негативно впливає, зменшуючи межі зони подрібнення які ми визначаємо за наведеною формулою. Навпроти застосування саме розрахункових значень, або навіть на 0,05 кг/м³ більших, бо в масиві гірських порід завжди існує варіація властивостей навколо середньої величини, впливає позитивно, розширюючи межі зони дроблення.

Е.А. НЕСМАШНЫЙ, д-р техн. наук, проф., Г.И. ТКАЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
Криворожский национальный университет
А.В. БОЛОТНИКОВ, канд. техн. наук, Академия горных наук Украины

РАСЧЕТ И ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВРЕМЕННО НЕРАБОЧИХ БОРТОВ КАРЬЕРА ПАО «ИнГОК»

Формирование временно нерабочих бортов является одним из способов управления параметрами рабочей зоны карьера. Использование экономически обоснованных технологий постановки, переноса и расконсервации временно нерабочих бортов карьера позволяет в дальнейшем снижать объёмы вскрышных работ в отдельные периоды, а также предотвращать развитие небезопасных деформационных процессов. На основе анализа опыта работы глубоких железорудных карьеров Кривбасса, способов заоткоски бортов, профилей обнажений уступов, теоретического обоснования влияния технологии производства буровзрывных работ на нарушение законтурного массива разработаны геомеханические схемы расчета устойчивости для конкретных горно-геологических условий [1-4]. В основу расчета степени устойчивости участков бортов карьера ПАО «ИнГОК», находящихся во временно нерабочем положении со сроком службы до 10 лет и более, положены проектные решения представленные ГП «ГПИ «Кривбасспроект» [2]. Высота и углы откоса рассматриваемых участков уже определены исходя из горнотехнических показателей, положенных в основу проектных решений. Для решения поставленной задачи использовались:

вертикальные разрезы, построенные по временно нерабочим участкам бортов карьера с учетом геологического залегания пород и наиболее опасными поверхностями сдвижения;

геологические схемы залегания пород; физико-механические свойства пород, которые находятся в районе призмы возможного сдвижения.

Расчеты устойчивости выполнялись для двух вариантов постановки уступов во временно нерабочее положение: - с использованием традиционного контурного взрывания (гирляндами) и углами наклона уступов 50-70 градусов; - с использованием специальной технологии буровзрывных работ (скважинами переменной глубины) и углами наклона уступов 50-60°. В результате выполненных контрольных геомеханических расчетов по определению степени устойчивости участков бортов карьера ПАО «ИнГОК», находящихся во временно нерабочем состоянии, получены значения коэффициента запаса устойчивости в пределах 1,32-2,14, что не ниже нормативных показателей.

Выполненными геомеханическими расчетами показано, что коэффициент запаса устойчивости 1,64, полученный для сдвоенного уступа на участке северо-западного борта карьера (м.о. 52-62, гор. -210÷-240 м) может значительно снизиться в результате нарушения целостности массива буровзрывными работами. Это связано с особенностью геологической структуры породного массива, а именно наличия прослоя тальковых сланцев малой мощности.

На участке северо-западного борта карьера (м.о. 52-62; гор. -180÷-405 м), при проведении буровзрывных работ на предельном контуре рекомендуется использовать традиционную технологию предварительного щелеобразования с использованием гирлянд, для обеспечения максимальной сохранности законтурного массива. На остальных участках северного, западного и юго-западного бортов карьера возможно, для постановки уступов во временно нерабочее состояние, использовать специальную технологию проведения буровзрывных работ с применением контурных скважин переменной глубины. Предложенные технологические схемы позволяют снизить взрывное воздействие на законтурный массив, что обеспечивает долговременную устойчивость высоких уступов.

Список литературы

1. Руководство по применению способа оконтуривания откоса сдвоенных уступов на промежуточном контуре борта карьера ИнГОКа // **А.А. Гурии, В.М. Ратушный, Б.В. Ратушный** // - Кривой Рог, -1998 г.
2. Определение перспективных границ и производительности карьера ПАО «ИнГОК» (оценка вариантов развития комбината): Пояснительная записка / ГП «ГПИ «Кривбасспроект»; 10038- 9101-0Б.ПЗ; том 34; гл. инж. проекта **Н.В. Корчагин**. -Кривой Рог, 2011. -236 с.
3. Разработка технологичных и техничных мероприятий по обеспечению безопасной отработки юго-восточного участка борта карьера ПАО «ИнГОК»: Отчет о НИР/ ИППЭ НАНУ; науч. рук. **А.Г. Шапарь**. -Днепропетровск, 2012. -88с.
4. **Оника С.Г., Гаврик В.А.** Определение параметров взрывных работ и расстояний, безопасных по действию сейсмических и ударных воздушных волн. – Кривой Рог: НИГРИ, 1995. – 26 с.

И.А. ГАПОНЕНКО, аспирантка, Криворожский национальный университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВВ С ВОЗДУШНОЙ ПОЛОСТЬЮ И ОТРАЖАТЕЛЕМ ИЗ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

При взрыве скважинного заряда для продуктов детонации справедлив изоэнтропийный закон расширения, связывающий давление P и плотность ρ

$$P = a \cdot \rho^n$$

где n - константа данного ВВ.

При истечении продуктов детонации в какую-либо среду в последней всегда образуется ударная волна, скорость которой согласно работы [1] определяется из выражения

$$U_{y0} = \frac{D}{n+1} \left(1 + \frac{2n}{n-1} \left(1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{2n}} \right) \right)$$

где D - скорость детонации ВВ; P_1 - давление во фронте детонационной волны; P_2 - начальное давление во фронте ударной волны, образующейся в среде.

Очевидно, что структура и параметры волны разрушения зависят от импульсной нагрузки и физико-механических свойств разрушаемой среды.

Определяющими качество взорванной горной массы, является величина и продолжительность импульсного воздействия в разрушаемом массиве горных пород, а также физико-механические свойства последних.

Длина горного массива, находящегося под действием взрывной нагрузки в направлении от скважинного заряда в сторону перемещения ΔS в момент времени Δt равна

$$S = C \Delta t,$$

где C - скорость распространения волн напряжений в данной среде, м/с.

Характер процесса взрывного разрушения массива горных пород во многом определяется конструктивными особенностями скважинного заряда.

Используя последние, возможно значительно уменьшить пиковое давление продуктов детонации на границе раздела заряд-порода, увеличить общее время воздействия взрывных нагрузок на разрушаемый массив и тем самым повысить КПД взрыва.

Эти факторы рационально объясняет роль воздушных промежутков в повышении качества дробления взорванной горной массы.

При прочих равных условиях наличие воздушных промежутков в скважинных зарядах позволит снизить начальное давление в зарядной камере, следовательно при этом уменьшаются и интенсивность взрывного воздействия и потери энергии взрыва.

Этот эффект в результате обеспечит образование более густой сетки трещин в горном массиве.

Следует отметить, что наличие в скважинном заряде ВВ наряду с воздушным промежутком отражателя из сыпучих материалов позволит повысить эффект равномерного дробления за счет отражения продуктов детонации в зарядной камере, что будет способствовать более равномерному перераспределению плотности энергии взрыва в разрушаемом горном массиве.

Ю.М. НИКОЛАШИН, д-р техн. наук, проф., Я.В. КЕБАЛ, аспирант
Криворожский национальный университет

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАТОПЛЕННЫХ ОСТАТОЧНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ КРИВБАССА

Остающиеся после завершения горных работ остаточные выработки в глубоких карьерах Кривбасса составят значительную долю площадей отчужденных нарушенных земель, которые будут обводняться в ходе восстановления уровней депрессионной воронки Криворожского гидрогеологического бассейна подземных вод.

Подъем уровня подземных вод на высоту более 0,3 глубины карьера с внутренним отвалообразованием вызывает оползневые явления в свежееотсыпанных заходках, развитие трещин и оседание поверхности отвала в рабочей зоне горнотранспортного оборудования и за её пределами.

Основной причиной деформаций подтопленного внутреннего отвала является влияние гидростатического давления воды на устойчивость отсыпанных откосов из скальной вскрыши (гидростатическое взвешивание породы, гидродинамическое и гидравлическое давление, изменяющие баланс действующих сил по поверхности скольжения призмы оползания в пользу сдвигающих сил).

Безопасное ведение работ при внутреннем отвалообразовании в затопленных глубоких карьерах возможно с применением шагающих экскаваторов с длиной стрелы не мене 100м [1].

Однако стоимость экскаваторов с такими параметрами высока, для использования в условиях, когда не обеспечивается его производительность при доставке на перегрузку вскрышных пород автомобильным или железнодорожным транспортом.

Для решения научно-технической задачи по использованию площадей остаточных открытых горных выработок при неизбежном их затоплении необходимо исследовать варианты с применением технологических схем ведения горных работ в следующих условиях:

- сохранение карьерного водоотлива при отвалообразовании;
- ведение горных работ в режиме допустимых деформаций рабочих площадок;
- обеспечение возможности водохозяйственного использования верхнего слоя накапливающейся пресной воды в остаточных выработках;
- использование выработанного пространства карьеров под хвостохранилище и для накопления стоков технических вод;
- использование водоемов отработанных карьеров для отдыха, спорта и прочего.

Применение вариантов возможно на базе выполненных научно-исследовательских работ, проектных решений и требований норм технологического проектирования к ликвидации карьеров и отвалов [2]. В качестве аналога решений может быть использован опыт внутреннего отвалообразования в затопленном карьере №1 «АМКР» уровень подтопления которого составляет в настоящее время не менее 0,8 высоты борта внутреннего отвала (максимальная высота уровня воды 185 м). При этом свежееотсыпанные заходки отвала оседают до 5,0 м с образованием заколов в полосе до 20 м.

Таким образом, сокращение доли отчуждаемых земель, в т.ч. площадей остаточных горных выработок, затопляемых глубоких карьеров при их ликвидации, возможно путем применения технологических решений в начальный период внутреннего отвалообразования до отключения карьерного водоотлива, с учетом режима затопления, объемов притока пресных и минерализованных подземных вод, остаточных объемов вскрышных пород и вида использования чаши карьера для частичной технической рекультивации.

Список литературы

1. Патент на корисну модель UA №84929 U.E21 41/26. Спосіб відвалоутворення в режимі деформації порід / **Ніколашин Ю.М., Вусик О.О., Кебал Я.В., Домнічев А.В.** ДВНЗ «Криворізький національний університет» // Бюл. ДП «УІПВ».- №21. –К.:2013.-10с.
2. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Ч.І (СОУ-Н МПП 73.020-078 1:2007), п.7 Ліквідація гірничодобувних підприємств.-К.:МППУ, 2007,-С.82-90.

Е.А. НЕСМАШНЫЙ, д-р техн. наук, проф., К.А. ФЕДИН, аспирант
Криворожский национальный университет

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ВНУТРИБЛОКОВЫХ ИНТЕРВАЛОВ ЗАМЕДЛЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ В КАРЬЕРАХ

Известно, что более 80 % горной массы в железорудных карьерах добывается с помощью их предварительного дробления. Однако, кроме положительного эффекта (дробление скальных пород с заданным качеством), взрывные работы имеют и целый ряд негативных проявлений (выброс в атмосферу пыли и ядовитых газов, создание сейсмических и ударных воздушных волн, разлет обломков горной породы). При этом сейсмические волны являются одним из наиболее опасных факторов массовых взрывов, так как они распространяются на значительные расстояния и могут привести к повреждению строительных конструкций зданий и промышленных сооружений.

Одним из основных факторов, определяющих уровень сейсмичности массовых взрывов, при заданной величине заряда ВВ на ступень замедления, являются значения внутриблоковых интервалов замедления

В связи с этим, была разработана физико-математическая модель для обоснования величины внутриблоковых интервалов замедления, использование которых позволит минимизировать, при заданной величине заряда ВВ на ступень замедления, уровень сейсмичности массового взрыва.

В данной модели процессы подрыва скважинного заряда, распространения сейсмических волн в породном массиве и сейсмические колебания грунта под фундаментом защищаемых объектов рассматриваются как единая геомеханическая система.

Реализация данной модели позволила получить аналитическое выражение для определения внутриблоковых интервалов замедления и впервые установить, что их величина:

линейно возрастает при увеличении заряда ВВ, приходящегося на ступень замедления;

нелинейно снижается при увеличении степени сейсмической устойчивости защищаемых объектов;

нелинейно снижается при увеличении вязкости грунта под фундаментом защищаемых объектов;

нелинейно снижается при увеличении расстояния от заряда ВВ до защищаемых объектов.

Практическое использование данной модели, для определения внутриблоковых интервалов замедления, было осуществлено при проектировании параметров взрывного блока № 48 (гор. +32/+19 м) на восточном борту карьера ПАО «ЮГОК». В данном блоке взрывные скважины объединялись в группы от 2 до 6 скважин, которых было сформировано 38.

На основании выполненного расчета был определен:

интервал замедления между 1 и 2 группой - 17 мс;

интервал замедления между 2 и 17 группой - 25 мс;

интервал замедления между 17 и 27 группой - 42 мс;

интервал замедления между 27 и 38 группой - 67 мс.

Расчетная скорость сейсмических колебаний под фундаментом защищаемых объектов была определена на уровне $V = 0,198$ см/с.

Подрыв этого блока, сопровождался мониторингом его сейсмичности. Анализ полученных сейсмограмм показал, что фактическая скорость сейсмических колебаний под фундаментом защищаемых объектов оказалась равной $V_{\text{ф}} = 0,18$ см/с. Расхождение между расчетной и фактической скоростью сейсмических колебаний грунта под фундаментом защищаемого объекта составила всего 9,1 %.

Таким образом, разработанная физико-математическая модель, позволяет определять такие параметры внутриблоковых интервалов замедления, которые обеспечивают снижение уровня сейсмического воздействия массовых взрывов на защищаемые объекты до нормативных показателей.

І. Є. ГРИГОР'ЄВ, канд. техн. наук, доц., В. В. КОШЕЛЕВ, аспірант
Криворізький національний університет

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ СТВОРЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВІДКРИТІЙ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

У даний час існує багато невирішених проблем у сфері управління проектами розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. Одним із основних постає питання ефективності процесу управління проектними ресурсами та визначення оптимальних критеріїв оцінки цієї ефективності. Для його розв'язання перш за все варто чітко визначити сутність поняття «ресурси проектів відкритої розробки родовищ корисних копалин». Адже існуюча класифікація ресурсів не є вичерпною і не враховує велику кількість зв'язків між виробничими системами та навколишнім середовищем.

Велику кількість мінеральної сировини, що відноситься до відходів основного виробництва, насправді можна віднести до ресурсів проекту розробки родовища і тим самим розширити існуючу сировинну базу. Тому в даному контексті постає питання комплексного освоєння надр та створення й впровадження маловідходних і ресурсозберігаючих технологій у проекти розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. Аналіз технологічних досліджень засвідчив великий потенціал комплексного освоєння надр.

Однак створення та ефективне впровадження подібних організаційних та технологічних рішень є складним завданням через низький рівень розуміння і кількісного опису взаємозв'язків систем «ресурсозберігаюча технологія – навколишнє середовище», «ресурсозберігаюча технологія – суспільне виробництво» та інших. Вирішення проблеми створення та впровадження ресурсозберігаючих та маловідходних технологій у проектах відкритої розробки родовищ корисних копалин можливо лише на основі застосування системного підходу щодо досліджень проєктувальників, економістів, математиків, фахівців з управління проектами тощо.

Основними методологічними засобами системного підходу в даному контексті є декомпозиція та моделювання (на рівнях гірничо-збагачувального підприємства, гірничопромислового регіону або країни). Тому у процесі створення ресурсозберігаючих та маловідходних технологій доцільно в першу чергу оцінити масштаби завдання з урахуванням споживання відходів на діючих промислових підприємствах. Це узгоджується з принципом поступовості створення ресурсозберігаючих та маловідходних технологій. Вирішення поставленого завдання дозволить оцінити територіальні межі гірничопромислового регіону, які теоретично можуть не збігатися зі сформованими адміністративно-господарськими регіонами, що може привести до перегляду вже сформованих в даний час регіонів.

Список літератури

1. Шапарь А. Г., Краснопольский И. А., Копач П. И. Ресурсосбережение в технологических процессах открытой разработки полезных ископаемых. – Киев: Наукова думка, 1992.
2. І.Є. Григор'єв. Системний підхід до проектування кар'єру як відкритої виробничої соціально-економічної системи // Гірничий вісник. Науково-технічний збірник – вип. №96, - 2013, с 32-37.
3. Про надра : Закон України // Відомості Верховної Ради України від 27.07.1994. – № 36, стаття 341.
4. Куделя А. Д. Комплексное использование минеральных ресурсов железорудных горно-обогатительных комбинатов УССР. - К.: «Наукова думка», 1984. – 496 с.
5. Швец Д. В. Перспективное развитие сырьевой базы открытым способом карьера публичного акционерного общества «ИнГОК» / Д.В. Швец, В.В. Терещенко // Геотехническая механика : межведомств. сб. науч. тр. – 2013. – Вып.110. – С. 241–248.
6. Зайцев В. А. Основы технологии безотходных производств / А. В. Зайцев // М.: МХТИ, 1979. – 137 с.
7. Ласкорин Б. Н. Безотходная технология переработки минерального сырья. Системный анализ / Б. Н. Ласкорин, Л. А. Барский, В. З. Персиц // М.: Недра, 1984. – 180 с.
8. Жуков С. А. Теоретические аспекты попутной добычи природного камня / Сергей Александрович Жуков. – Кривой Рог: Минерал, 1999. – 182 с.
9. Григор'єв Ю. І. Аналіз теоретичних основ і методології оцінки сумісної комплексної розробки техногенних і геогенних родовищ / Ю.І. Григор'єв // Геотехнічна механіка : міжвідомчий зб. наук. пр. – 2013. – Вип. 110. – С. 58–68.
10. Пыжик Н. Н. Определение области и параметров комплексного освоения железорудных месторождений при открытой разработке: дис. кандидата техн. наук : 05.15.03 / Пыжик Николай Николаевич. – Кривой Рог, 1987. – 162 с.

В. К. СЛОБОДЯНЮК, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет
А.В. ПИСЬМЕННЫЙ, А.Л. РОМАШКОВ Ю.В, ВАЖОВ., главные специалисты,
БАБЕНКО А.С., ведущий инженер ООО «МИ-ЦЕНТР»

ПРИНЦИПЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Особенностью выполнения ООО «МИ-ЦЕНТР» научно-исследовательских и проектных работ по развитию и дальнейшей эксплуатации сырьевой базы горно-обогатительных комбинатов является использование динамического подхода к решению главных оптимизационных задач открытой разработки на базе использования современного горно-геологического программного обеспечения [1]. Методологические основы современных методов проектирования изложены в работах [2-4]. Разработка и внедрение различных алгоритмов динамического проектирования карьеров последние 30 лет являются основным направлением в совершенствовании методов проектирования. Динамический подход делает проект карьера обоснованным, точным и контролируемым. Он не только повышает эффективность решения традиционных задач, но и является основой для решения основополагающих задач, которые при ручном проектировании определяются директивно, причины и мотивация которых часто остается за рамками проекта. Например, обоснование перспективных и промежуточных границ карьеров, определение производственной мощности, принятие основных решений по развитию комбинированного карьерного транспорта и др. Динамический подход сопряжен с выполнением большого объема горно-геометрических расчетов.

Современные методы проектирования «оживляют» проектную документацию – в любой момент времени компьютерную проектную модель можно сравнить с фактическим положением горных работ, определить степень отклонения от проектного решения, наметить варианты корректировки проектной документации. Появляется возможность реального контроля динамики развития горных работ в карьере. Основная причина ошибок в проектах – непонимание и не учет геологических особенностей месторождения при проектировании его разработки. Поэтому основой для решения широкого круга горнотехнических задач является создание и постоянная поддержка актуального состояния математических моделей месторождений и карьеров. Постоянная поддержка созданных математических моделей горно-геологических объектов (моделей месторождений, моделей выработанного пространства и фактического положения горных работ в карьере, моделей карьеров по предыдущим проектам, предпроектным работам, НИР и по годовым программам) обеспечивает непрерывность проектного процесса с многовариантностью и оптимальностью проектных решений.

Доказано [2-4], что для заданных геологических, горно-технических и экономических условий существует только один математически оптимальный контур карьера. Если увеличить стоимость руды, то оптимальный карьер станет больше. Если увеличить угол откоса нерабочего борта, то оптимальный карьер станет глубже. Для любого непрерывного рудного тела, по мере приближения рассматриваемых контуров карьера к оптимальному контуру, каждый последующий контур карьера характеризуется малым приращением положительной стоимости [4]. Это означает, что кривая «запасы - стоимость карьера» гладкая и плоская в области максимума. В точке максимума небольшие изменения контура карьера не приводят к существенному изменению его стоимости. В области оптимального карьера сложно совершить ошибку проектирования. Но небольшие изменения контуров карьера на участках, удаленных от оптимального карьера оказывают существенное влияние на его стоимость. Изменение ситуации на сырьевых рынках, снижение стоимости железорудного сырья изменяют кривую «запасы - стоимость карьера», смещает положение оптимального карьера и делает актуальной задачу аудита ранее принятых проектных решений на их соответствие современной экономической ситуации.

Список литературы

1. www.3ds.com/GEOVIA
2. Lerchs H., Grossmann I.F. Optimum design of open pit mines // Transactions CIM. vol.68. 1965. pp. 17–24
3. Francois-Bongarcon D., Guibal D. Parameterization of optimal designs of an open pit - Beginning of a new phase of research // Transactions of Society of Mining Engineers of AIME. vol.274. 1984. pp 1801-1805
4. Whittle D. Open-Pit Planning and Design // SME Mining Engineering Handbook, Society of Mining Metallurgy and Exploration, Colorado. 2011. pp 877 – 902

К 20-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ СОТРУДНИЧЕСТВА КНУ И ENSMP

В нынешнем, 2016 году исполняется 20 лет с момента начала сотрудничества Криворожского национального университета с широко известной во всем мире Высшей национальной горной школой Парижа (фр. *École nationale supérieure des mines de Paris, ENSMP*) - вузом Министерства Промышленности Франции для подготовки инженеров, включая горных, основной задачей которого является подготовка элиты инженеров для индустрии, в особенности - в области энергетики и добывающей промышленности. ENSMP является членом *Conférence des grandes écoles, Groupe des écoles des mines* и с 2012 г. - Центра исследований и высшего образования *Paris Sciences et Lettres - Quartier latin*. Входит в состав *Mines-Télécom*.

ENSMP ведёт свою историю с 1778 г., когда при французском Монетном дворе король Луи XVI ввел должность главы минералогии и металлургии. Это положило начало Школе горной промышленности, открывшейся пять лет спустя в 1783 году и устроенной подобно школам по строительству дорог и мостов, которые действовали в Париже с 1747 г. и имели большой успех. Первым руководителем Горной школы был Балтазар Саж, член Королевской Академии наук. В 1802 г.

Первый Консул - Наполеон Бонапарт разделил Горную школу на два учреждения: *Geislautern* - отделение по изучению железа и угля, и *Peisey Nancroix* - отделение по изучению меди, серебра и источников высокой энергии. С 1816 г. и до сих пор «главный корпус» ENSMP находится в здании Отеля Вандом. Горняки-открытчики большей частью работают в комплексе зданий в г. Фонтенбло, которое было передано вузу квартировавшим в нем до переезда в Брюссель штабом НАТО.

ENSMP стабильно занимает 3-е место среди Высших инженерных школ Франции, уступая лишь *École Polytechnique* и *École centrale Paris*, входя в десятку инженерных школ группы A+.

Она входит в число первых в мировом рейтинге ВУЗов, публикуемым *New York Times*. Горной школой Парижа также публикуется собственный рейтинг мировых высших учебных заведений, составляемый на основе количества выпускников, занимающих посты директоров компаний из списка 500 крупнейших международных компаний «*Fortune Global 500*».

Среди выпускников ENSMP много знаменитых личностей, среди которых: *Georges Charpak* - физик, лауреат Нобелевской премии по физике 1992 г.; *Louis Paul Cailletet* – физик и изобретатель, член Парижской академии наук; *Carlos Ghosn* - президент и генеральный директор компаний *Renault* и *Nissan*; *Alain Poher* - французский государственный деятель, председатель Сената Франции, единственный в истории Пятой республики временно исполняющий обязанности президента республики; *Marie-Ésprit-Léon Walras* - экономист, лидер лозаннской школы маржинализма; *Frédéric Le Play* - социолог, политический деятель, общественный реформатор, экономист, горный инженер, педагог, профессор Политехнической школы в Париже и др.

Начиналось сотрудничество КНУ с ENSMP в рамках одного из первых проектов TACIS в Украине в 1995 году, на специализированном цикле CESAM центра послевузовского образования CESMAT совместно с французскими и австрийскими партнерами.

После всех необходимых процедур и согласований был создан франко-австрийско-украинский консорциум при участии ENSMP, Горного университета г. Леобен (Австрия) и Криворожского технического университета.

В течение 1997-2000 гг. консорциум действовал в соответствии с утвержденной международной французско-австрийско-украинской программой высшего горного образования *Tacis-PCP3/FR-16-U* в рамках европейской программы TACIS с финансированием 500 000. € (в то время - экю).

В результате выполнения проекта был создан Международный центр переподготовки кадров украинских горных предприятий при КТУ совместно с АГН Украины, действующий по учебным планам и программам, согласованным с ориентационным и Ученым советами *Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris*, а также был подготовлен новый учебный план и материалы для лекций, проведения стажировок преподавателей и ученых украинских университетов и НИИ, руководителей и ИТР предприятий в университетах-партнерах ЕС.

N. MOUSSAOUI, University M^{ed} Boudiaf M'sila 28000 Algeria

C. FARSI, University M^{ed} Boudiaf M'sila, Civil Engineering Laboratory, 19000 Algeria

S. ZHUKOV, National University of Krivoy Rog

ANALYSIS OF TEMPERATURE INFLUENCE ON THE SOLAR CELLS

Solar energy production is a challenge of great importance for the year's future. This shows the need to study the solar cells to improve their ability. The solar cells in thin layers of amorphous silicon and its alloys (a-Si:H, a-SiGe: H, SiC:H,...etc.), are promising in the first respect, because the parent material (silica) is largely dispensable in nature.

Modeling of a solar cell structure is the powerful tool that will allow us to by simulation, bind the photovoltaic characteristics of this cell with the material properties and manufacturing technology to improve the performance of the cell. The AMPS-1 D is simulation software for the analysis and design of the transport phenomena in semiconductor devices. They will be digitally three equations of the device (the Poisson equation, equation of continuity for the free holes and for free electrons). These three equations associated with their conditions to the limits are solved simultaneously for a set of three unknown state variables at each point of the device: the electrostatic potential, fermi hole and electron quasi-level.

Results and discussions. The results of our simulations of the two cells single and dual junction amorphous silicon with the AMPS-1D Simulator were found in agreement with other work. As mentioned above, the aim of this work is to study the performance of our cells and choose the best by comparison between the two by varying the temperature.

We will show the effect of temperature on the characteristic (I.V.) then deduct the sensitivity of various electrical quantities of the cell (V_{co} , I_{cc} , FF) depending on the temperature. For temperatures different T_c cells and a constant light intensity, there is an increase of the current I_{cc} with temperature due to the shrinkage of the material E_g . On the other hand, this increase resulted in a decrease of the V_{co} voltage resulting in a drop in power output of the cell. We remark by the that current I_{sc} of solar cell increases slightly with increasing temperature, whereas the V_{co} voltage decreases as the temperature increases which is in good agreement with. For variation FF of this cell, the FF decreases with increasing temperature, and the allure of the efficiency of PV conversion depending to temperature, there is the decrease of efficiency η is almost linear with temperature. That can be said for this cell (ZnO/a-Si (n)/a - Si (p)) that was best performance of 19, 61% at a temperature of 25 °C.

There is the effect of temperature on the I-V characteristic and settings for various electrical quantities of this cell (V_{co} , I_{cc} , FF) and on the efficiency has the same appearance for cell mono-junction, except that we haven't the same values and especially the efficiency. For this cell, double junction was best efficiency of 25.5% at a temperature of 25 °C.

Therefore, what we can say with a cell double junction performance is better than with a mono-junction cell and especially that we add a thin layer of GaAs deposited on a-Si. In the search for the highest efficiency obtained by photovoltaic conversion, gallium arsenide solar cells are the most interesting. The width of the bandgap $E_g=1,395$ ev is close to the value required for the most conversion of solar radiation. The electrical power output will be issued with a voltage higher, than that obtained with other materials; moreover will present better resistance to the thermal variations.

Conclusion. We described the behavior of amorphous silicon solar cells using simulation software (ASD-1 D). We studied the electrical parameters and performance at different temperatures and under same lighting 1KW/m² for two solar cells, the mono-junction Silicon (ZnO/a-Si (n) /a-Si (p)) and the other double junction (ZnO/GaAs /a-Si (n) /a-Si (p)).

We started with the illustration of the effect of temperature on the (I-V) characteristic, then we illustrated the different characteristic parameters at different temperatures and under same illumination.

We found that the dependence of I_{cc} and V_{co} with temperature is almost linear. For photovoltaic conversion efficiency, we have made a comparative study between the mono-junction cell (ZnO/a-Si (n) /a-Si (p)) and the double junction cell (ZnO/GaAs/a-Si(n)/a-Si (p)). We found that the efficiency of the double junction cell $\eta = 25.5\%$ is better than the performance of a simple junction $\eta = 19, 61\%$ at a temperature of 25 °C.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ БОРТА КАРЬЕРА

Поиск путей сокращения объемов вскрышных работ в контурах карьеров обусловил изменение конструкции борта и переход по мере увеличения глубин горных работ от плоского к выпуклому двугранному, многогранному, циссоидальному профилю. При этом даже профиль борта циссоидальной формы, являясь наиболее предпочтительным для глубоких карьеров, не обеспечивает формы карьера с минимальным объемом выемки горной массы. Это условие считается выполненным, если площадь борта карьера минимальна, что достигается при средней кривизне его поверхности равной нулю [1]. Точными аналитическими расчетами установлено, что профиль борта карьера, удовлетворяющий этому условию и определенный с учетом линейных размеров карьера в плане, должен в меридиональном сечении иметь форму, определяемую соотношением

$$R(z) = dch(z/\sigma), \quad (1)$$

где R - расстояние от вертикальной оси до борта карьера по высоте hz от его дна, м; z - вертикальная координата равная расстоянию hz - от дна карьера, м; ch - гиперболический косинус; $-d$ - коэффициент, зависящий от высоты борта H и размера дна карьера, м; σ - коэффициент, зависящий от высоты борта H и предельно допустимого, по условию устойчивости, угла наклона его борта, м.

Таким образом, выражение (1) позволяет через коэффициенты построить профиль борта карьера с учетом его линейных размеров.

Предварительные оценки показывают, что в этом случае при глубине карьера до 500 м весь борт по высоте может быть выпуклым, а при глубине более 500 м выпуклой может быть только нижняя часть борта, тогда как верхняя выполняется традиционно плоской с углом наклона $\varphi \leq 45^\circ$. Высота плоского участка борта H определяется соотношением

$$H_{90} \leq H_1 \leq H.$$

В идеальном случае [2,3] поверхность борта карьера имеет в плане круглую форму с радиусом R_1 на уровне поверхности земли и R_2 на уровне его дна при условии, что $R_1 > R_2$. Поверхность борта при этом конструируется путем вращения кривой, построенной в соответствии с зависимостью (1) вокруг оси Z и имеет форму катеноида, определяемую по математической зависимости

$$x = R(z)\cos\varphi; \quad y = R(z)\sin\varphi; \quad z = hz; \quad \theta \leq \varphi \leq \pi; \quad R_2 \leq R(z) \leq R_1, \quad (2)$$

где x, y, z - декартова система координат; θ - угол, под которым в точке M соприкасаются кривые горизонтального и меридионального сечения карьера; φ - угол поворота меридионального сечения карьера вокруг оси Z .

Выполнение профиля борта карьера по формуле (1) позволяет увеличить угол наклона в его нижней части до $50-60^\circ$ без потери устойчивости борта на больших глубинах, а с учетом зависимостей (2) - удовлетворяет необходимому условию минимизации и его поверхности, для которой средняя кривизна равна нулю

$$K_{cp} = 0,5 (K_1 + K_2) = 0, K_1 = \frac{1}{\rho_1} = \frac{1}{R\sqrt{1+R'^2}}; \quad K_2 = \frac{1}{\rho_2} = \frac{R''}{(1+R'^2)\sqrt{1+R''^2}}, \quad (3)$$

где ρ_1, ρ_2 - главные радиусы, соединяющие центры кривизны нормальных сечений, одно из которых совпадает с плоскостью меридионального сечения поверхности борта карьера, а второе - перпендикулярно к этой поверхности; K_1, K_2 - главная кривизна поверхности борта карьера соответственно в меридиональном и перпендикулярном ему сечениях; R', R'' - производные R по Z .

В реальных условиях контуры карьеров в плане имеют самую разнообразную форму, поэтому их конструируют путем сочетания прямолинейных элементов и тел вращения. Выполнение этих требований имеет существенное значение для глубоких и сверхглубоких карьеров, а расчеты показывают, что применение предложенного профиля борта карьера позволяет значительно увеличить его глубину без расширения границ по поверхности.

Список литературы

1. **Галустьян Э.Л.** Совершенствование конструкции нерабочих бортов карьеров // Горный журнал, 1966. - №1-2.
2. Геомеханическое и техническое обоснование оптимальных конструкций и бортов основного карьера / **А.Н.Быховец** и др. // Горный журнал, 2002. - №2
3. **Цветков В.К., Демин А.М.** Расчет рациональной формы борта карьера. НИЦ «Мастер», 1991.

А.А. БОЯНДИНОВА, д-р техн. наук, проф.

ДГП «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева», г. Алматы, Республика Казахстан

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТОК

Одним из важнейших приоритетных направлений развития Республики Казахстан является выход на более высокий технико-технологический уровень производства и создание конкурентоспособной продукции во всех отраслях национальной экономики.

В горнодобывающей отрасли достижение поставленной цели практически невозможно без создания и внедрения в технологический процесс эффективных информационных технологий мониторинга и управления. Оценка мирового опыта использования только автоматизированных систем мониторинга транспортных коммуникаций показывает, что внедрение подобных систем позволяет повысить эффективность использования автотранспорта на 20-30 %. Однако, в области горного дела слабо наработано соответствующее методическое и программно-техническое обеспечение, позволяющее оперативно анализировать и оценивать эффективность функционирования геотехнологического комплекса (ГК), недостаточно развиты механизмы эффективного использования оперативной информации с целью управления на корпоративном уровне. Поэтому в ИГД РК и была начата разработка научно-методического обеспечения (НМО) устойчивого функционирования ГК карьеров на основе автоматизированных систем оперативного мониторинга их состояния путем совершенствования технологии и инструментов оперативного мониторинга и управления. При этом основная идея заключалась в модернизации автоматизированных систем корпоративного управления, обеспечивающих устойчивое функционирование ГК на открытых разработках на основе качественной и своевременной оценки эффективности и планирования с применением единой экспертной системы, включающей общие и локальные критериальные показатели, формируемые в ходе оперативного мониторинга.

Основные научные результаты исследования заключаются в следующем:

Впервые разработано НМО мониторинга эффективности работы ГК на основе подсистемы технико-экономической отчетности о работе горно-транспортного комплекса, реализованной в рамках автоматизированной системы корпоративного управления ГК «Джетыгара».

Модернизировано методобеспечение обоснования выбора основного технологического оборудования на карьерах на основе имитационного моделирования.

Методологический подход к выбору наиболее адаптированных к конкретным условиям эксплуатации моделей карьерных автосамосвалов, формируется в последовательном прохождении трех основных этапов: выбор оптимального рабочего парка транспортных единиц при заданных плановых показателях, отбор наиболее технологически приемлемых из них с учетом затрат на экологию и обоснование необходимого парка по приемлемым вариантам.

Разработана методика приведения показателя удельных текущих затрат по ГТК карьера при оптимальном варианте, полученном с помощью имитационного моделирования, к значению, соответствующему фиксированному или запланированному объему горной массы.

Разработанное НМО комплексного планирования устойчивого функционирования геотехнологических систем обеспечивает высокую степень достоверности результатов и оперативности исследований, координацию и целенаправленное развитие всех их подсистем.

Разработанная методика оценки конкурентоспособности функционирования геотехнологического комплекса на основе фактических данных мониторинга эффективности его работы позволяет рассмотреть возможные рациональные варианты развития экономики предприятия и выбрать оптимальный для конкретных горно-геологических, горнотехнических, технологических и экономических условий эксплуатации месторождения полезных ископаемых.

Разработанное НМО устойчивого функционирования геотехнологических систем на открытых разработках является универсальным и может применяться на любых горнодобывающих предприятиях, обрабатывающих месторождение полезных ископаемых открытым способом, и может в перспективе обеспечить координацию и целенаправленное развитие всех их подсистем, что, в свою очередь, обеспечит успешную реализацию новой и эффективной инновационной политики на горных предприятиях.

В.З. ВАЩУК, аспірант, В.Г. КРАВЕЦЬ, О.О. ФРОЛОВ, доктори техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВПЛИВ В'ЯЗКОСТІ СКЕЛЬНИХ ПОРІД НА РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКОГО МАСИВУ ВИБУХОМ

Скельні гірські породи в природних умовах перебувають у складному напружено-деформованому стані, що формується під дією гравітаційних сил, геотектонічних порушень, умов насичення та геотермії [1]. Сукупність цих факторів здатна різко змінити фізико-механічні властивості порід (скельні породи з яскраво вираженим крихким руйнуванням на великих глибинах стають пластичними текучими тілами).

Сучасний етап розвитку видобутку та переробки скельних порід характеризується бажанням підвищити ефективність технологічних процесів за рахунок більш якісного подрібнення гірських порід. Однак, чим вищою є міцність порід, тим більше зростає енергоємність їх руйнування. Також на енергоємність руйнування впливають додаткові фізико-механічні властивості порід: пружність, в'язкість; крихкість; стисливість і пористість; щільність.

Коефіцієнт міцності за проф. Протод'яконовим для більшості скельних порід в тій чи іншій мірі інтегрально враховує всі зазначені вище фізико-механічні властивості. За однакової блоковості порід більш міцні їх різновиди руйнуються вибухом гірше, ніж менш міцні. Це правило порушується у виключних випадках при підриванні у дуже в'язких або в дуже крихких породах. В'язкі породи руйнуються значно гірше, ніж середньостатистичні породи з однаковою міцністю, а крихкі - навпаки, подрібнюються краще звичайних порід. Для гірських порід з ярко вираженими в'язкими властивостями, зокрема – амфіболітів, необхідно знати і враховувати при відповідних розрахунках зазначені так звані додаткові властивості.

Згідно [2] показник в'язкості скельних гірських порід визначається параметрами пружності та міцності. Тому для встановлення впливу в'язкості на руйнування скельних порід вибухом можна скористатися пружною теорією руйнування.

У відповідності до [3] розроблено алгоритм визначення розмірів та форми зони руйнування при підриванні свердловинного заряду ВР в скельному масиві гірських порід та програму розрахунку значень радіусу зони руйнування по глибині свердловини з визначенням об'єму подрібненої породи. Параметри свердловинного заряду ВР, що використовувалися при розрахунках, - наступні: довжина свердловини - 15 м; діаметр заряду ВР - 200 мм.

При наведених вище параметрах свердловинного заряду для різних типів вибухових речовин (ВР) визначено об'єми зон руйнування. Згідно отриманих даних, найбільш в'язкими породами є амфіболіт та безрудний кварцит.

Відповідно до результатів досліджень, встановлено, що для найбільш повного використання енергії вибуху при руйнуванні в'язких порід вибухом найкраще використовувати ВР типу ігданіт, оскільки приріст об'ємів руйнування амфіболіту при використанні Анеміксу 70 ($582,96 \text{ м}^3$) складає всього на 23 % більше порівняно з грамонітом 79/21 ($472,49 \text{ м}^3$) та 45 % в порівнянні з ігданітом, а для порівняння приріст об'єму крихких порід (граніту) становить 79% у відношенні Анеміксу 70 до грамоніту 79/21 та 90 % при відношенні Анеміксу до ігданіту ($356,28 \text{ м}^3$) [4]. Отримані результати можуть бути використані при виборі типу ВР на кар'єрах, що розробляють в'язкі скельні породи.

Список літератури

1. Михалюк А.В. Горные породы при неравномерных динамических нагрузках / А.В. Михалюк // – К.: Наук. думка, 1980, 100 с.
2. Ржевский В.В. Основы физики горных пород / В.В. Ржевский, Г. Я. Новик // – М.: Недра, 1978. – 390 с.
3. Фролов О.О. Особливості розрахунку об'єму руйнування скельних порід під час вибуху свердловинного заряду з урахуванням хвиль напружень / О.О. Фролов // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – К.: НТУУ "КПІ". – 2006. – Вип. 14. – С. 93–101.
4. Фролов О. О. Дослідження впливу показника в'язкості скельних порід на ефективність руйнування гірського масиву вибухом / В. З. Ващук, В. Г. Кравець, О. О. Фролов // Збірник «Сучасні ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва» – Науково-виробничий збірник: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 2/2015 (16). – С. 57–64.

О.В. ХОМЕНЧУК, канд. техн. наук, доц., Р.М. БЕРЕЗІЮК, студент
Житомирський державний технологічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛЕГШЕНИХ ТИПІВ КРІПЛЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПОРОДНИХ ОГОЛЕНЬ ТА ПОВЕРХОНЬ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Сучасні залізородні кар'єри України застосовують для транспортування гірничої маси потужні циклічно-потоківі технології (ЦПТ), конвеєрне та дробарне обладнання яких розміщується в розвиненій мережі гірничих виробок. Іншою особливістю розглянутих кар'єрів є постійне циклічно-періодичне застосування технологічних масових вибухів, які зумовлюють інтенсивні сейсмічні навантаження породних масивів з розташованими в них об'єктами ЦПТ й інш. Додають навантажень і потужні дробарки. Усі ці фактори змушують гірників шукати способи забезпечення стійкості породних оголень, зокрема – поверхонь гірничих виробок для убезпечення робіт і збереження обладнання.

Найбільший недолік металевого аркового кріплення пов'язаний з технологією його зведення, а саме з незадовільним закладанням закріпного простору, що виключає використання несучої здатності приконтурного масиву і є так званим «людським фактором», що призводить до зростання питомого обсягу переукріплення до 50% від обсягу виробок, що проводяться.

Для виявлення характеру залежності трудомісткості і вартості проведення виробки за традиційною технологією від розміру поперечного перерізу виконано розрахунки основних параметрів технології для чотирьох типових перерізів в світлі після осадження 8,8, 11,1, 12,5, 13,5 м² за стандартною методикою для наступних умов. Двоколійна виробка проводиться по пустих породах з $f=6$, породи покрівлі – середньої стійкості, шаруваті, мало тріщинуваті глинисті та піщанисті сланці, які зберігають стійкість при оголенні покрівлі на відстані 1-3 м від вибою. Механізація прохідницьких робіт: комбайн КСП-32, перенавантажувач ППЛ, маневрова лебідка. Основні техніко-економічні показники, отримані при розрахунках, наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Техніко-економічні показники проведення виробок

Переріз виробки в світлі після осадження, м ²	Площа перерізу начорно, м ²	Максимальний згинаючий момент, Нм	Змінна швидкість проведення, м/зміну	Трудомісткість циклу, люд.-змін	Комплексна норма виробки, м/люд.-зміну	Місячна швидкість проведення, м/міс.	Вартість 1 м готової виробки, грн.
8,8	11,4	5260	10,5	26,58	0,395	788	32476
11,1	14,0	4689	9,5	25,42	0,373	713	35210
12,5	15,6	5511	9	27,06	0,333	675	36840
13,5	16,7	4795	9	33,6	0,268	675	38198

В якості альтернативного кріплення прийнято набризкбетон, армований сталевими фібрами. У вибої зводиться мінімально необхідна частина кріплення – тимчасове анкерне за допомогою пневматичних бурових верстатів «Vombat», які встановлюються на комбайні. Через кожні 0,5...1,0 м комбайн робить коротку перерву для встановлення тимчасового анкерного кріплення. з наступним доведенням її до паспортної на деякій відстані від вибою. Для заданих умов мінімальна щільність встановлення анкерів складає 0,7 анк./м². Кількість їх у ряді в покрівлі при ширині виробки в проходці від 4 до 5 м – 4-5 шт.; довжина – від 1,7 до 2,0 м. Остаточна прийнята схема – з чотирьох анкерів у покрівлі і чотирьох у боках виробки з кроком 1 м. Довжину приймаємо рівною 1,8/1,8/2,0/2,0 м для перерізів 11,4/14,0/15,6/16,7 м² відповідно.

Товщина шару кріплення, армованого сталевими фібрами, залежить від співвідношення довжини та діаметру фібри, її форми та об'ємного вмісту. Еквівалентна міцність на згин суміші з фіброю Gramix ZP 30/.50 – 2,6 Н/мм² при об'ємному вмісті 40 кг/м³. Для заданих умов і розрахованих значень згинаючих моментів товщина шару кріплення, армованого сталевими фібрами, складатиме 55, 52, 56, 52 мм. Тому приймаємо за остаточне значення – 60 мм.

Доведено, що запропоноване комбіноване кріплення полегшеного типу доцільно застосовувати у всьому спектрі поперечних перерізів. Особливо при перерізах, понад 15 м², внаслідок різкого зростання загальної трудомісткості циклу та падіння комплексної норми виробки.

В.М. ДОЛУДАРЄВ, канд. техн. наук, доц.
Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕПОДРІБНЕННЯ СКЕЛЬНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД СВЕРДЛОВИННИМИ ЗАРЯДАМИ З ГАЗОУТВОРЮЮЧИМИ КОМПОНЕНТАМИ

Зростання економічних показників розвитку гірничовидобувної галузі промисловості України нерозривно пов'язане не тільки з обсягами видобутку корисних копалин, але й зі зменшенням енергетичних витрат на процеси їх видобутку.

Тому розвиток вітчизняної гірничої справи має базуватися на сучасних енергоефективних технологіях у процесах руйнування гірських порід.

Це досить часто неможливо забезпечити існуючими типовими рішеннями, тому гірники досить часто стикаються з необхідністю індивідуального конструювання свердловинних зарядів та розрахунків, існуючі методи виконання яких далеко не завжди відповідають специфіці виникаючих завдань і рідко забезпечують повністю адекватне їх вирішення.

Надзвичайно гостро дані протиріччя постають при обґрунтуванні раціональних будови та складу зарядів а також режиму їх підривання при підготовці скельних нерудних копалин (особливо складної структури), які виконуються здебільшого в надзвичайно важких на сьогоднішній день гірничо-геологічних умовах, до того ж ускладнених техногенними структурними порушеннями масивів та за жорстких обмежень щодо сейсмічних проявів масових технологічних вибухів.

У зв'язку з цим сьогодні, як ніколи раніше, загострюються питання розробки нових методів вибухового руйнування зазначених порід з надійним обґрунтуванням параметрів зарядів ВР; підвищення точності розрахунків БВР даного класу відповідно до нових умов, що набувають масового характеру.

Виходячи з зазначених проблем, нами було проведено дослідження, спрямоване на вирішення актуальної науково-практичної задачі конструювання й удосконалення методів розрахунку параметрів БВР при підготовці нерудної скельної сировини шляхом застосування багат шарових двохкомпонентних зарядів авторської розробки. Дана спрямованість дослідження була тісно пов'язана з низкою серйозних науково-дослідних тем різних рівнів.

Після завершення теоретичних та експериментальних вишукувань їх результати достатньо широко були апробовані та реалізовані, включаючи отриманий ефект при використанні розроблених рішень у проектуванні та реалізації БВР в умовах експериментально-промислових вибухів на Власівському та Рижевському гранітних кар'єрах.

У ході роботи щодо удосконалення БВР було цілеспрямовано й усебічно проаналізовано існуючі конструктивні рішення та методи розрахунку дво- і багат шарових свердловинних зарядів, експериментально уточнено механізм розвитку їх дії та впливу на напружено-деформований стан оточуючого масиву при динамічному завантаженні його в різних режимах, встановлено залежності між останніми і дано нове їх трактування, на підставі чого обґрунтовано теоретично та розроблено практичні методи розрахунку розглянутих елементів і параметрів, що послугувало основою для розробки інженерних рекомендацій з удосконалення останніх.

Теоретичні вишукування дозволили установити особливості впливу факторів – детермінантів пропонованого конструктивного рішення досліджуваних елементів на їх фізико-механічні й експлуатаційні властивості та ряд супутніх цьому залежностей, а також те, що вдалося досить переконливо довести: ці характеристики є керованими за рахунок розробленого рішення і запропонувати узагальнюючий підхід щодо дослідження й опису аналізованих об'єктів і супроводжуваних їх процесів. Теоретично узагальнено взаємодію елементів у запропонованому варіанті свердловинного заряду в системі «заряд-1 – заряд-2 – масив», чим розширено теорію розрахунку параметрів БВР в гірництві.

Значення результатів представлених теоретичних та експериментальних досліджень полягає в розробці конкретних рекомендацій щодо конструювання свердловинних зарядів (пропоноване рішення) і технології їх улаштування.

М.А. ЛИСЕНКО, студент, Ю.О. БРИТВИН, інженер,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІЇВ РОЗВИТКУ ТРІЩИН ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІЇ ВИБУХУ В ТРІЩИНУВАТИХ ГІРСЬКИХ МАСИВАХ

Згідно з основними положеннями механіки руйнування, процес руйнування матеріалу належить до одного з видів порушення міцності, які можуть відбуватися в результаті: надмірної (пружної або пластичної) деформації; втрати стійкості; безпосереднього руйнування. Руйнування гірських порід вибухом належить до безпосереднього руйнування і може бути частковим або повним. За видами руйнування може бути пластичним, крихким, сталим, корозійним та руйнуванням при повзучості. При пластичному руйнуванні відбувається порушення цілісності при значній пластичній деформації. Крихке руйнування відбувається в результаті поширення магистральної тріщини при пластичній деформації, зосередженій в малій області дії механізму руйнування. Ідеально крихке (пружне) руйнування відбувається без пластичної деформації, причому з уламків можна знову скласти тіло колишніх розмірів. Квазікрихке руйнування передбачає наявність пластичної зони перед краєм тріщини біля поверхні тріщини. Стале руйнування спостерігається при циклічному навантаженні в результаті накопичення незворотних пошкоджень [1].

На підставі вищенаведеного процес руйнування гірських порід вибухом можна віднести до квазікрихкого руйнування, що відбувається під дією ударних навантажень. Масив гірських порід, який підлягає такому руйнуванню, є недосконалим з щгляду механіки суцільного середовища, оскільки в ньому існують макро- та мікротріщини або система видимих тріщин, яка характеризується показником «питомої тріщинуватості». Тому при розв'язанні задач про руйнування тріщинуватих гірських порід необхідно враховувати наявність початкових тріщин. А сам процес руйнування повинен описуватися обраними критеріями міцності.

Оскільки процес руйнування складається з двох стадій - зародження тріщини та її поширення, причому кожна з цих стадій описується своїми законами, то серед критеріїв міцності породи є такі, які описують, як умови зародження тріщини, так і умови поширення тріщини. Перші критерії описують умови настання небезпечного стану в точці в даний момент. Другі виходять з наявності в тілі тріщини.

Критерії початку поширення тріщини в гірській породі можуть бути отримані, як на основі енергетичних критеріїв, так і силових. Спочатку А.А. Гріффітсом був запропонований енергетичний критерій руйнування, а потім Дж. Р. Ірвіном - силовий критерій. Отже, маємо два еквівалентні формулювання критерію руйнування скельних гірських порід [2]. Тріщина дістає можливість поширення у тому випадку, коли:

інтенсивність енергії G , що звільняється, досягає критичної величини
коефіцієнт інтенсивності напруження K досягає критичної величини

За результатами досліджень сформульовано задачу про поширення тріщин в скельних породах при вибуху в термінах коефіцієнтів інтенсивності напружень [3]. Доведено, що поля напружень, які формуються в вершині тріщини в масиві гірських порід, можна описати за допомогою коефіцієнтів інтенсивності напружень, а критерії рівноваги, початку, зупинки і поширення тріщин – рівняннями енергетичного балансу в рамках квазідинамічної механіки руйнування. Встановлено, що коефіцієнт інтенсивності напружень, як характеристика енергетичного потоку в вершині тріщини, є зворотно пропорційним середній відстані між тріщинами та їх кількості в одиниці об'єму гірського масиву.

Список літератури

1. Морозов Е. М. Введение в механику развития трещин / Е. М. Морозов. – М.: МИФИ, 1977. – 91с.
2. Паргон В. З. Механика упругопластического разрушения / В. З. Паргон, Е. М. Морозов. – М.: Наука, 1985. – 504 с.
3. Фролов О. О. Використання коефіцієнту інтенсивності напружень для оцінки тріщинуватості гірського масиву при руйнуванні його вибухом свердловинних зарядів / О. О. Фролов // Вісті Донецького гірничого інституту: Зб. наук. праць. –2010. – № 2. – С. 247–252.

І.С. ГОМОНЕЦЬ, студентка, О.В. ХОМЕНЧУК, канд. техн. наук, доц.,
Житомирський державний технологічний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАБРИЗКБЕТОНУ, АРМОВАНОГО СТАЛЕВИМИ ФІБРАМИ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК

Зі збільшенням глибин кар'єрів і шахт зростає гірський тиск в породних масивах, якому повинне протидіяти різноманітне за конструктивним виконанням кріплення для захисту від зсувів, обрушень та вивалів розташованих в цих масивах гірничих виробок.

Одним з найбільш ефективних шляхів забезпечення тривалої стійкості підготовчих виробок є використання полегшених типів кріплення, одним з яких є набризкбетон, армований сталевими фібрами. Ефективність його використання при різних параметрах підготовчих виробок повинна визначитися на основі розрахунку максимального згинаючого моменту, який здатне витримати кріплення.

Максимальний згинаючий момент, який може витримати шар набризкбетону загальною товщиною d , дорівнює

$$M = f_e \frac{b \cdot d}{6}, \quad (1)$$

де M – згинаючий момент, Нм/м; f_e – еквівалентна міцність на згин, Н/мм²; b – ширина зони, що навантажується, мм; d – загальна товщина шару, мм.

Виходячи з формули (1) і приймаючи ширину зони $b = 1$ м, загальна товщина шару фібро-набризкбетонного кріплення, що витримає згинаючий момент M , буде дорівнювати

$$d = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{f_e}} \quad (2)$$

Для даних умов і розрахованих моментів найбільш ефективна товщина шару набризкбетонного кріплення, армованого сталевими фібрами, буде становити 60 мм.

Розраховані техніко-економічні показники проведення виробок із застосуванням комбінованого кріплення наведено на рис. 1.

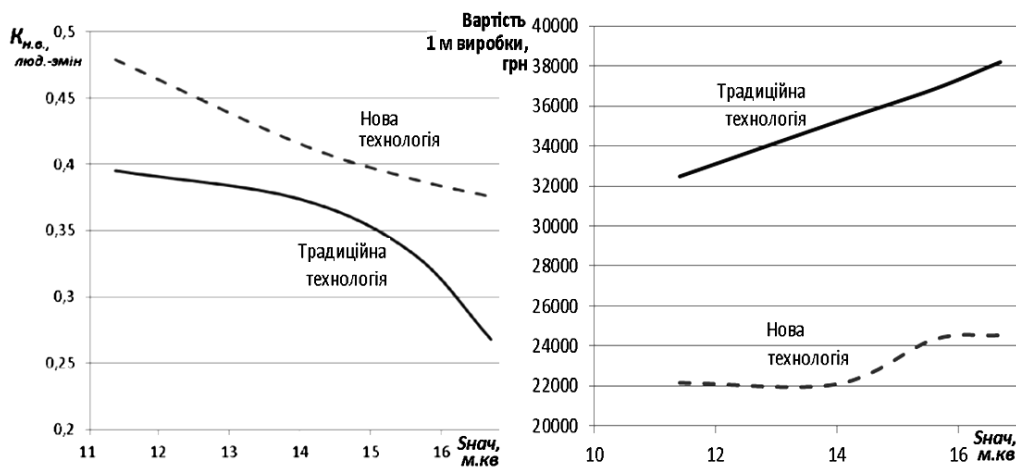


Рис. 1. Графіки залежності комплексної норми виробки та вартості 1 м виробки

Як видно з рис. 1, комплексна норма виробки збільшується, а вартість 1 м готової виробки при застосуванні комбінованого кріплення полегшеного типу на 30-40 % зменшується у порівнянні з традиційною технологією.

Слід зауважити, що в порівнянні з традиційною технологією залежність трудомісткості прохідницького циклу від перерізу виробки для нової технології носить лінійний характер навіть при збільшенні перерізу понад 15 м². Нерівномірність отриманих значень складає 10-70 %.

А.А. СОВА, канд. техн. наук, доц., А.В. САЗОНОВ, горный инженер-маркшейдер,
М.И. РУСАКОВ, инженер, НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ ОТВАЛА И БОРТА КАРЬЕРА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Значительный объем отходов производства (выход товарной продукции, от добываемых объемов руды на ГОКах, равен 40-42 %) и большие коэффициенты вскрыши (значительные объемы пустых пород при добыче руды) приводит к дефициту земельных ресурсов для их складирования, и значительным затратам на складирование.

Кроме этого, возникает целый комплекс проблемных экологических вопросов (выбросы вредных веществ, нарушение водного режима вблизи отвалов и хвостохранилищ, возрастание вероятности техногенных катастроф).

Поэтому вопрос использования участков земной поверхности, подработанных подземными горными работами, для размещения на них отвалов пустых пород является весьма актуальным.

В Кривбассе накоплен значительный опыт использования подработанных площадей.

В настоящее время часть подработанных площадей земной поверхности используются под отвалы, карьеры, коммуникации, огороды дачи и т.п.

Для прогноза деформаций вблизи отвала, основания отвала и юго-западного борта карьера № 1 ПАО "ЦГОК" было выполнено моделирование методом конечных элементов (МКЭ, FEM).

Данный метод начал применяться в 60-70 годах прошлого века в связи развитием ЭВМ. "Основная концепция МКЭ состоит в том, что искомую непрерывную величину, будь то напор фильтрационного потока или перемещения точек деформированного тела, аппроксимируют кусочным набором простейших функций, заданных ограниченными конечными подобластями (элементами).

С помощью такой процедуры интегрирование дифференциальных уравнений аналитической постановки задачи сводится к решению системы линейных уравнений." [1].

В настоящее время существует значительное количество программных комплексов позволяющих решать значительный круг задач по определению деформаций, фильтрации, теплотеносу и разрушений.

В ходе выполненных расчетов было получено поле векторов смещений (полный вектор, вектор по оси x , вектор по оси y), величины относительных горизонтальных деформаций, напряжений, изолиний смещений (полный вектор, вектор по оси x , вектор по оси y), величины относительных горизонтальных деформаций ($E_x, E_y, E_{xy}, S_p, S_{ii}, \text{Ang}$), напряжений ($S_x, S_y, S_{xy}, S_z, S_{ii}, \text{Ang}$) подработанного участка проектируемого борта карьера и отвала.

Деформации откоса борта карьера в результате его разноса и разгрузки на разных горизонтах имеют разные величины и колеблются от 100 до 300 мм.

Разрушение бортов отвалов и карьеров происходит в результате действия касательных напряжений.

Деформация разрушения проходит по линии действия максимальных касательных напряжений τ_{xy} (в данном случае S_{xy}).

Анализ результатов моделирования при разносе борта и сооружении отвала показывает, что максимальные касательные напряжения наблюдаются на горизонтах с отметками +135, +115, +100, +40, +25, +10, -5, -20 м.

Размещение отвала на подработанной территории (в центре мульды сдвижения), приводит, к улучшению геомеханической обстановки, как для отвала, так и для борта карьера.

Список литературы

1. **Фадеев А.Б.** Метод конечных элементов в геомеханике. М.: Недра, 1987, 221с.

Н.Н. ПОДДУБНЫЙ, инженер, ООО «Ротис Плюс»
С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет

АНАЛИЗ СВОЙСТВ НОВЫХ ТОРКРЕТ-СМЕСЕЙ BUDMIX KR

Применение на горных предприятиях торкретирования в современном промышленном строительстве динамично расширяется. Особенно целесообразно оно при бетонировании поверхности сложной конфигурации, когда возникают трудности с уплотнением бетонных смесей вибраторами и требуются значительные затраты на изготовление опалубки, а также в тех случаях, когда к бетону предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости, адгезионной эффективности, тиксотропности, к динамике схватывания и набора прочности. При этом упрощается транспортирование бетонной смеси к месту укладки, что актуализует вопрос заводского изготовления последней.

Авторы выполнили анализ свойств набрызг-бетонных смесей BUDMIX KR, соответствия их характеристик требованиям строительства и специфике условий применения, а также потенциальных возможностей в решении возникающих задач предприятием-производителем.

Данные смеси применяются: при безопалубочном бетонировании, для крепления и герметизации изоляционных перемычек; изоляции стен горных выработок от притока в них воды, а стенок резервуаров – от фильтрации из них хранимых жидкостей и др.

Выпускающее эти сухие смеси для набрызг-бетона сухого и мокрого нанесения ООО «Ротис Плюс» устойчиво работает на рынке строительных материалов более 7 лет. Особое внимание следует обратить на то, что предприятие создано на базе Криворожского завода строительных конструкций – производства, изначально структурно и функционально специализированного для схожих технологий, которое имеет более 3000 м² производственных площадей, что позволяет в кратчайшие сроки развернуть широкомасштабное производство разработанных торкрет-смесей, способное покрыть потребности горняков и строителей если не всей Украины, то Кривбасса – вполне, что обосновано серьезно аргументированными расчётами. Кроме того, ООО «Ротис Плюс» имеет собственную научно-исследовательскую и лабораторную базу, а также активно сотрудничает с ведущими учеными и специалистами.

Рассматриваемый набрызг-бетон является инновационным и не имеет аналогов. На сегодняшний день технология его производства имеет статус ноу-хау. Что же касается общей характеристики, то для изготовления смесей используются следующие материалы: вяжущее – портландцемент; заполнители – песок, гравий; добавки к смеси – сополимер винилацетата и этилена, а также метилгидроксипропилцеллюлоза.

Главными преимуществами BUDMIX KR являются: возможность нанесения за один проход слоя, толщиной более 300 мм, что обеспечивает сокращение сроков производства работ в 2-5 раз, экономию затрат на заработную плату в 3-7 раз и материала – до 30%, увеличение сроков эксплуатации оборудования на 30%; набрызг-бетон, нанесённый за один проход, создаёт монолитную конструкцию, работающую в полной мере как одно целое, а не слоистую, неизбежную даже при самых динамичных методах послойного торкретирования. Он имеет ускоренный набор прочности в течение первых семи часов после нанесения; обладает пониженным процентом отскока – до 3%.

Исследуемый материал в настоящее время уже выпускается как продукция ООО «Ротис Плюс» согласно государственного стандарта Украины «Смеси строительные сухие модифицированные» ДСТУ Б В.2.7.-126:2011 и межгосударственного «Смеси бетонные ДСТУ Б В.2.7.-96-2000 (ГОСТ 7473-94)». Предоставляется возможность работы по согласованным недельно-суточным графикам.

Рассматриваемые смеси хорошо себя зарекомендовали при работе, как на импортном, так и отечественном оборудовании на предприятиях: «Кривбассжелезрудком», «Евраз Сухая Балка», «Митгал Стил Кривой Рог». Смеси могут выпускаться по согласованию с заказчиками с разными характеристиками. В настоящее время предприятие приступило к выпуску торкрет-смесей BUDMIX KR, позволяющих производить безопалубочное бетонирование по вертикальным и потолочным поверхностям толщиной 200-400 мм за один проход.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В РУДОПОТОКАХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ

Рудопоток является частью внутрикарьерного грузопотока, который характеризуется входными (формирующими) показателями: значением объема отгруженной руды и содержанием полезного компонента из каждого забоя, а также выходными показателями: значением общего объема сформированного рудопотока, динамикой изменения качественных характеристик по верхней и нижней границе допустимого диапазона и средним показателем содержания полезного компонента.

Одной из наиболее актуальных производственных задач в процессе открытой разработки железорудных месторождений была и остается задача формирования внутрикарьерного рудопотока с заданными качественными характеристиками.

Технологическая эффективность стабилизации качественных показателей рудного сырья доказана исследованиями таких известных ученых, как В.В. Ржевский, Г.Г. Ломоносов, П.П. Бастан, В.Ф. Бызов, С.Я. Арсеньев., А.Д. Прудовский, Ю.Е. Капутин, А.К.Порцевский, М.С. Четверик и многих других, а также повседневной практикой работы ГОКов.

Эффективное управление качеством в рудопотоках карьеров должно обеспечиваться системой контроля и управления качеством, одной из основных задач которой является выполнение требований к однородности и допустимому диапазону колебаний качественного состава железорудного сырья.

Системы диспетчеризации могут быть рассмотрены как элементы будущей системы управления качеством в рудопотоках карьеров. При этом данные системы, как правило, не имеют оперативного контроля качества ни в забоях, ни в рудопотоке.

Средства и системы по контролю качества, разработанные коллективом проблемно-отраслевой лаборатории Криворожского национального университета, на сегодняшний день наиболее полно охватывают основные этапы открытых горных работ и могут быть объединены в систему контроля качества. Информация о содержании полезного компонента, собранная на различных этапах горного производства, позволяет осуществлять анализ и в дальнейшем принимать оперативные технологические решения по управлению качеством рудопотока.

Концепция создания системы контроля и управления качеством в рудопотоках выглядит как синергия автоматизированной системы диспетчерского управления с автоматизированным рабочим местом (АРМ) «Качество» карьера. При этом операции по прогнозированию и имитационному моделированию не требуются, т.к. в данном случае информация о содержаниях в забоях является достоверной и своевременной.

Таким образом:

1. Эффективное управление качеством в рудопотоках карьера обеспечивается путем синергии двух систем: системы контроля и системы управления качеством минерального сырья. Система контроля качества обеспечивает достоверную и оперативную информацию о состоянии массива во взрывном блоке (каротаж), во взорванной горной массе, а также в рудном потоке на конвейере, а система управления качеством позволяет сформировать рудопоток с заданными значениями содержания полезного компонента.

2. Комплексная система контроля и управления качеством рудопотоков выполняет функцию воздействия на выемочно-погрузочное и транспортное оборудование с учетом неоднородности качества руды на отдельных участках месторождения, одновременного начала работы забоев, плановых и внеплановых простоев техники, изменений расстояний транспортировки до ЦПТ, изменения содержания полезного компонента в забоях, а также позволяет отслеживать истинные показатели качества в рудопотоке и сопоставлять их с расчетными значениями.

3. При отклонении показателей за границы заданного диапазона система производит корректирующий перерасчет распределения нагрузки на забои, обеспечивая тем самым стабильность качества в рудопотоке.

В.В. ПЕРЕГУДОВ, д-р техн. наук, проф., ГП «ГПИ «Кривбасспроект»
С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., В.В. ПЕРЕГУДОВ, канд. техн. наук,
Криворожский национальный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПОРОДЫ ВЗРЫВОМ С УЧЕТОМ АНИЗОТРОПИИ МАССИВА

Как известно, основной объем переизмельченной породы образуется в зоне пластических деформаций вокруг заряда ВВ. Поэтому при проектировании паспортов БВР необходимо выполнять расчеты по определению размеров этих зон, чтобы планировать грансостав сырья вплоть до самых тонкодиспергированных фракций.

Наиболее просто на практике поставленная задача решается путем интерпретации традиционных расчетов, применяемых для квазиупругих сред, к которым можно отнести большинство железных руд Кривбасса. При этом основой расчетов может служить решение задачи о разрушении тел с прямолинейными трещинами, вызванными одноосными растягивающими напряжениями, предложенное А. Гриффитсом. Зависимость между разрушающими напряжениями и длиной трещины с учетом физико-механических характеристик разрушаемых горных пород устанавливается формулами, соответственно для обобщенного плоского напряженного состояния и плоской деформации $\sigma = \sqrt{2E\gamma/\pi l}$ и $\sigma = \sqrt{2E\gamma/\pi(1-\mu^2)l}$, где γ – плотность эффективной поверхностной энергии материала, численно равная работе, которую необходимо затратить на образование двух новых поверхностей при разделении тела на части; l – полудлина трещины; σ – предельное напряжение; E – модуль упругости; μ – коэффициент Пуассона; π – постоянная (3,14).

Созданная Г. Ирвином, О. Орованом и др., концепция квазихрупкого разрушения, позволяет распространить положения теории Гриффитса на горные породы. При этом вместо плотности эффективной поверхностной энергии в расчетах используется вязкость разрушения K_c . Между первой и модулем смещения существует связь, которая, соответственно для обобщенного плоского напряженного состояния и деформации, выражается в виде $K_c = \sqrt{\pi E \gamma}$; $K_c = \sqrt{\pi E \gamma / (1 - \mu^2)}$. Поэтому предыдущие формулы примут вид $\sigma = K_c \cdot \sqrt{2/\pi} \cdot \sqrt{l}$.

Согласно С.Г. Авершину, разрушение хрупких сред происходит по типу цепных реакций: скорость роста трещин нарастает катастрофически. Предельные значения этих скоростей оцениваются по Понселе: $V_{тр} = 0,5 V_s$, где V_s – скорость поперечной волны; по Мотту $V_{тр} = 0,38 V_p$, где V_p – скорость продольной волны.

Приведенная методика расчетов уточнялась в условиях карьера ИнГОКа и показала удовлетворительную сходимость расчетных показателей с результатами, полученными путем рассева взорванной руды на добычных блоках.

Вместе с тем, была отмечена неравномерность распределения переизмельченной массы в развале руды по ее объему и устойчивая регулярность этой неравномерности.

Анализ и статистическая обработка результатов рассевов и изучения грансостава взорванных руд дают основания утверждать, что в инженерных расчетах объем переизмельченной руды $V_{н.р}$ можно с достаточной точностью рассчитывать по формулам

$$V_{н.р} = 1,37 C(1 + \sigma_c / \sigma_{pp}) - \text{для условно изотропных руд};$$

$V_{н.р} = 1,15 C(1 + \sigma_c / \sigma_c^\perp)$ – для железистых кварцитов, где σ_p – предел прочности породы на растяжение; σ_c , σ_c^\parallel , σ_c^\perp – предел прочности на сдвиг: соответственно, изотропных руд, железистых кварцитов параллельно слоистости и перпендикулярно слоистости.

Базируясь на приведенных выкладках, авторы в настоящее время работают над созданием модели, учитывающей еще и конкретную акустическую анизотропию преобладающих в рудных карьерах типов руд и вмещающих пород, с учетом также эффекта возникновения волноводов, формирующихся в массивах, подверженных многократному воздействию массовых взрывов, векторные оси которых (волноводов) ориентированы соответственно главным системным трещинам массива, так как данные факторы существенно изменяют результаты взрыва.

В.А. СТРИХА, канд. техн. наук, доц.,
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне
С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет

СТАН ТА ОСОБЛИВОСТІ ТИПОВИХ ПОКЛАДІВ ТОРФУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

За кількістю родовищ і запасів торфу Рівненська область посідає друге місце серед областей України. При загальній площі області 20,1 тис. км², площа торфових родовищ складає 1,33 тис. км² або 6,5% від загальної. Торфовий фонд області складається з 332 родовищ загальною площею 133,6 тис. га і геологічними запасами торфу 376,9 млн т або 17 % від загальних по Україні, з них: балансові запаси складають 188,7 млн т, забалансові – 173,2 млн т.

За адміністративними районами розподіл запасів торфу і заторфованість території - нерівномірні. В Рокитнівському районі ресурси складають 67,3 тис. т, площа їх розповсюдження - 28470 га, заторфованість - 12,5 %; в Дубровицькому районі геологічні запаси - 63066 тис. т, площа - 25046 га, заторфованість - 13,5%. В південних районах: Радивилівському - загальна площа родовищ - 544 га, запаси - 2467 тис.т, заторфованість - 0,6%; у Корецькому - загальна площа родовищ - 141 га, запаси - 198 тис. т, заторфованість - 0,1 %.

Понад 50% розвіданого фонду складають родовища площею до 100 га, але основні запаси зосереджені на 49, площею понад 500 га. Понад 80 % розвіданого фонду складають запаси торфу низинного типу, верхового і перехідного типів зустрічаються на 25 родовищах площею 15,0 тис. га, і запасами понад 50 млн т. Найбільші родовища: Морочно I має площу 5,1 тис. га і запаси – 15,86 млн т; Морочно II – площа 4,7 тис. га і запаси 12,6 млн т. Запаси торфу області за типами покладу: низинний - 80 %, верховий - 9,7 %, перехідний - 6,2 %, змішаний - 4,1 %.

За ступенем вивченості запаси поділяються на розвідані категорій А, В, С1 і попередньо розвідані – категорії С2. Ступінь розвіданості торфового фонду області - низький. Лише 25% родовищ розвідано детально і запаси затверджено за категорією А. Решта 75% - розвідані попередньо і маршрутною розвідками; запаси затверджено за категоріями С1, С2. Найбільші родовища розвідано детально, вони мають 168,3 млн т - 44,8 % від загальних по області.

В країнах Євросоюзу видобування торфу здійснюється не більше, ніж на 1% від загальної площі торфових родовищ в межах їх промислової глибини. Отже, в області можна одночасно проводити видобуток на 1280 га і видобувати в рік 650 тис. т. фрезерного торфу.

При виборі виду продукції враховують: тип покладу, ступінь розкладу (R) та зольність (Ac). В залежності від виду продукції вони змінюються. На даний час в області з фрезерного торфу в основному виробляють паливо та добрива.

Видобуток торфу здійснює Державне підприємство "Рівнеторф" Державного концерну "Укрторф" Міністерства палива та енергетики України.

До складу ДП «Рівнеторф» в різні роки входили структурні підрозділи, які працювали на наступних сировинних базах: «Володимирецьторф» - Грядя; «Моквинторф» - Піскове; «Березнеторф» - Дике Гало; "Чемернеторф" - Корабельське; "Смигаторф" - Старники; "Клесівторф" - Кременне, "Вербаторф" - Верба I.

Станом на 01.01.2016 р. в структурі ДП «Рівнеторф» залишився лише підрозділ "Смигаторф", що веде видобувні роботи на торфовому родовищі Старники. Всі інші підрозділи в силу різних причин - ліквідовані, або перебувають у процесі ліквідації, але в перспективі на перерахованих покладах видобувні роботи можуть бути поновлені.

На ДП «Рівнеторф» видобувають два види фрезерного торфу: паливний та для сільського господарства. З паливного фрезерного торфу виробляють напівбрикети, які використовують в якості комунально-побутового палива. Перевиконання планових завдань ДП «Рівнеторф» у 2014 та 2015 роки на 12-30 % пояснюється наступним: зростанням цін на енергоносії в Україні; переведення опалювальних приладів з природного газу на тверде паливо; підвищення попиту на торфові напівбрикети. Тобто, щорічне зменшення ресурсів торфу (без урахування того, що вони за цей час частково відновилися за рахунок торфоутворення на неосушених родовищах) становить приблизно 0,085% від балансових запасів торфу в області.

Є.М. ШВЕЦЬ, канд. техн. наук, Криворізький національний університет,
Ф.С. РАЗКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц., Національний транспортний університет

ВПЛИВ ЯКОСТІ ПОДРІБНЕННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД НА ВИЙМАЛЬНО-НАВАНТАЖУВАЛЬНІ РОБОТИ

Якість подрібнення підірваної гірничої маси впливає на всі технологічні процеси видобутку корисних копалин і в першу чергу – на продуктивність екскаваторів. При поганій якості дроблення збільшується вміст кусків негабариту, ускладнюється процес екскавації, зростає тривалість невиробничих витрат часу на вибір і відкидання негабарита. Це призводить до збільшення простоїв транспортних засобів під завантаженням і зниження їх продуктивності.

Весь розвал подрібнених порід найкраще характеризується гранулометричним складом порід, який для різних умов представляють декількома (від 3 до 7) фракціями крупності, але для відбудови різного роду залежностей звичайно користуються однозначним показником, а саме - вмістом негабариту або розміром середнього куска. Останнім показником користуються частіше, оскільки негабарит не завжди присутній.

Легкодробимі сильнотріщинуваті породи мають велику внутрішню тріщинну пустотність. Під час вибухового подрібнення утворюється мало нових поверхонь кусків. Такі породи легко подрібнюються вибухом у стислому середовищі саме за рахунок внутрішньої пустотності, тому і коефіцієнт розпушення в них є незначним. Навпроти, малотріщинуваті, а особливо практично монолітні масиви, потребують утворення вибухом великої площі нових поверхонь. Саме тому коефіцієнт розпушення в дуже міцних, практично монолітних породах набагато перевищує цей показник для легкоподрібнюваних порід.

На експлуатаційну продуктивність екскаваторів опосередковано впливає геометрія кар'єру, яка при значній глибині робіт створює значний фронт робіт у породах скельного розкриття, який в рази перевищує рудний фронт. Ця обставина створила напрямок у проектуванні під назвою „концентрація робіт”, але за умов обмеження робіт зоною їх концентрації фронт робіт у породах розкриття всеодно виявляється завеликим. За таких обставин регулювання виконується обмеженням коефіцієнта використання екскаваторів зменшенням подавання транспорту під навантаження. Отже, цілеспрямовано обмежують ланки транспортування розкритих порід та їх відвалоутворення, знижуючи поточні витрати на весь технологічний ланцюг. Виникає вірогідність вирішення питання про доцільність застосування на розкритих роботах видобувної техніки меншої продуктивності, коли можна досягти зменшення амортизаційних відрахувань під час екскавації розкритих порід.

Висока міцність гірських порід, які формують рудний масив, призводить до підвищеного вмісту негабариту в розвалі порід. Значно збільшується кількість габаритних, але крупних кусків розміром 0,6; 0,8; 1,0 м. Аналіз свідчить, що навіть при дуже поганій якості подрібнення ($d_{\text{сер}}=400$ мм) і коефіцієнті використання 0,7-0,8 експлуатаційна продуктивність екскаватора ЕКГ-8І складає 2000-2250 м³/зміну, що дозволяє виконувати місячні обсяги робіт. Але якість подрібнення $d_{\text{сер}}=400$ мм, яка іноді буває ще гіршою, сильно ускладнює екскавацію, що іноді йде з розборкою розвалу. Виникають великі динамічні навантаження на всі системи екскаватора і, як результат, зменшуються терміни праці окремих вузлів, підвищується аварійність у роботі.

Нами встановлені залежності коефіцієнта розпушення порід і коефіцієнта наповнення ковша від якості подрібнення порід, які є основою для розрахунку технічної продуктивності найбільш розповсюджених моделей екскаваторів. Встановлені залежності експлуатаційної продуктивності екскаватора ЕКГ-8І від якості подрібнення при різних коефіцієнтах використання. Одержані залежності питомих витрат на ремонт та утримання екскаваторів від середнього розміра куска в розвалі, а також загальних витрат на екскавацію разом із витратами на утримання обладнання.

Високий ступінь деталізації наведеного матеріалу дозволить у подальшому використовувати більш глибокий аналіз всього технологічного ланцюга видобування руди, включаючи бурові і вибухові роботи, ліквідацію негабариту, транспортування руди на ЦПТ.

О.О. ФРОЛОВ, д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВПЛИВ МЕЖИ ПОДІЛУ ПОРІД РІЗНОЇ МІЦНОСТІ ГІРСЬКОГО МАСИВУ НА ВЗАЄМОДІЮ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТОКІВ ВИБУХУ ПРИ ПІДРИВАННІ СУМІЖНИХ СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ

В деяких випадках виконання вибухових робіт на кар'єрах здійснюється в умовах, коли промисловий блок, що готується до підривання, складається з двох і більше типів гірських порід різної міцності [1]. В цьому разі на межі їхнього поділу заряди вибухових речовин (ВР), розташовані поруч, підриваються в різних гірських породах. Результати досліджень показують, що межа поділу порід різної міцності безпосередньо впливає на розподіл напружень (енергетичних потоків) вибуху в масиві. При переході хвилі напруження з породи, яка має більшу акустичну жорсткість, в породу, яка має меншу жорсткість, щільність енергетичного потоку вибуху зменшується, а при переході у протилежному напрямі – збільшується.

У випадку підривання двох суміжних свердловинних зарядів на початковому етапі перший заряд буде руйнувати один тип порід, а другий, що розташований за межею поділу, буде, відповідно, руйнувати другий тип порід. Якщо хвиля напружень від першого заряду досягне межі поділу порід першою, то її максимальні значення напруження зміняться (збільшаться або зменшаться в залежності від умов переходу). В той час, як значення максимальних напружень від хвиль другого заряду будуть залишатися незмінними до моменту зустрічі їх з хвилями першого заряду. Також слід зазначити, що збільшення або зменшення максимальних напружень при досягненні зони контакту відбувається тільки в тій породі, в якій підривається заряд ВР. У другій же гірській породі, яка розміщена за межею поділу в напрямку поширення хвиль, максимальні напруження будуть однозначно зменшуватися, незалежно від умов переходу. Зменшення максимальних значень напружень може становити від 3 до 27%, залежно від властивостей гірських порід, які знаходяться в зоні контакту, та типу ВР [2].

Порівняння розрахункових даних по об'ємам руйнування однорідних та різноміцнісних масивів показує, що наявність межі поділу порід в зоні дії вибуху системи зарядів зменшує загальних об'єм руйнування на 9,7...12,3%, ніж при підриванні таких же зарядів в однорідному середовищі в залежності від місця розміщення межі поділу. Таким чином, в будь-якому випадку сумарний енергетичний потік вибуху суміжних зарядів ВР в різноміцнісному масиві буде меншим, ніж в однорідному, оскільки межа поділу є перешкодою на шляху поширення та взаємодії хвиль напружень.

З метою зменшення впливу межі поділу порід різної міцності на розподіл енергетичних потоків в гірському масиві пропонується проектувати параметри буропідривних робіт таким чином, щоб площа контакту порід була перпендикулярною до напрямку відбивання, тобто межу поділу – розміщувати між зарядами, які підриваються в різних групах. В цьому разі відстань між свердловинами в зоні контакту необхідно визначати для більш міцних порід.

При неможливості зорієнтувати напрям відбивання перпендикулярно до межі поділу порід, взаємодію енергетичних потоків вибухів кожного з суміжних зарядів в групі, при якій утворюється додаткова зона руйнування, необхідно формувати безпосередньо на межі контакту цих порід. При цьому є можливими два варіанти. Перший варіант передбачає розміщення свердловинних зарядів ВР, які підриваються в одній групі одночасно, на певній розрахованій відстані від межі поділу в рамках встановленої відстані між свердловинами. При другому варіанті поруч розташовані заряди ВР необхідно підривати в групі з певним інтервалом сповільнення при вже існуючих відстанях між межею поділу і свердловинами.

Список літератури

1. Федоренко П.И. Буровзрывные работы: Учеб. Для вузов / П.И. Федоренко – М.: Недра, 1991. – 272 с.
2. Фролов О.О. Керування енергетичними потоками при вибуховому руйнуванні різноміцнісних масивів гірських порід на кар'єрах / Дис. ... докт. Техн. наук: 05.15.03.- К. 2014. – 369.

С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет
 С.В. КАЛЬЧУК, канд. техн. наук, доц.; В.О. ШЛАПАК, старший викладач.
 Житомирський державний технологічний університет

АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ШПУРІВ ПРИ СТАТИЧНОМУ ВІДКОЛЮВАННІ БЛОКІВ

Зведений показник, що характеризує в цілому геометричний параметр руйнування природного каменю, є питома величина послаблення порід шпурами $U=zd/S$ (1), де z – сумарна довжина шпурів, пробурених у площині розколювання, м; d – діаметр шпуру, м; S – площа відколу, $L \cdot H$, м, L – довжина моноліту, м; H – висота моноліту, м. Кількість шпурів по лінії розколу визначається, як $z=L^h k_n/l_{ш}$, де $l_{ш}$ – крок буріння шпурів, м; k_n – коефіцієнт нерівномірності буріння, 0,9. Питома величина послаблення по наміченій площині відколу при підготовці моноліту до видобування буде мати менше значення, ніж розрахункове, що, звичайно, вплине на результати відколу блоку. Тому дану величину, як загальний показник якості буріння, можна приймати за критерій ефективності розглянутого виду бурових робіт.

Довжина перерізу шпура на лінії відколу у випадку нахилу його осі в напрямі, перпендикулярному до лінії відколу, буде становити $l'=dU/2\text{tg}\theta=zd/S$ (2), де θ – зенітний кут нахилу осі шпура, град. У випадку відхилення шпура в довільному напрямі, не залежному від наміченої лінії відколу, необхідно враховувати не тільки зенітний кут нахилу осі шпура θ , але й азимутальний кут, діаметр шпура та його довжину. Довжина перетину шпура лінією наміченого відколу визначається залежністю $l'=d/2\cos\varphi\text{tg}\theta$, де φ – азимутальний кут відхилення шпура, відносно азимутального кута лінії відколу кратний 90° . Необхідним є встановлення мінімального значення зенітного кута, за якого шпур буде перетинати площину відколу на усій його довжині, незалежно від значення азимутального кута. Дане значення можна знайти шляхом вираження зенітного кута з формули (2): $\theta=\text{arctg}(d/2h)$. Тобто, у випадку висоти видобувного уступу 6 м та діаметрів бурових коронок 36, 38, 42, 45 мм, значення цих кутів будуть становити відповідно $0,17^\circ$; $0,18^\circ$; $0,2^\circ$; $0,215^\circ$.

Дані відхилення осі шпурів є незначними та намагатися виконувати буріння з точністю, більшою за вказані значення, не має сенсу. Найбільш несприятливим відхиленням осі шпура за азимутальним кутом є його перпендикулярне положення до лінії відколу. Дослідження щодо впливу на якість подальших операцій буріння стрічки шпурів необхідно здійснити в діапазонах буріння стрічки шпурів за азимутальним кутом в діапазоні від 0° до 90° по відношенню до лінії відколу. Аналогічно, як і в першому випадку, встановлено значення довжин лінії шпуру, яка проходить по лінії відколу при різних зенітних та азимутальних кутах і діаметрі 42 мм. З цією метою було виконано розрахунок за формулою (1) значень кута зенітного відхилення осі шпура від $0,215^\circ$ до $2,3^\circ$ та азимутального кута від 0 до $84,5^\circ$.

Значенню азимутального кута $\varphi=0^\circ$ відповідає значення різниці між абсолютним значення азимуту кута повороту лінії відколу та лінії нахилу шпура в 90° . Збільшенням азимутального кута нахилу осі шпура вдається збільшити поріг впливу зенітного кута на довжину шпура. При $\varphi=70^\circ$ цей поріг збільшується з $0,215^\circ$ до $0,7^\circ$, при $\varphi=84,5^\circ$ вплив зенітного кута на довжину шпура в площині лінії наміченого відколу починається зі значень 2° .

За типових параметрів стрічки шпурів при відокремленні моноліту висотою 6 м, довжиною 8 м та параметрах відокремлення: діаметр шпура – 42 мм, довжина – рівна висоті моноліту 6 м, та відстані між шпурами 0,2 м, згідно з формулою (1), питома величина ослаблення буде становити $U=0,21$ за умови вертикальності шпурів. У реальній виробничій ситуації буріння, усі шпури будуть мати різні значення відхилень від вертикалі, що буде спричиняти зменшення величини ослаблення площини відколу, яке залежатиме від азимутального φ та зенітного θ кутів нахилу осей шпурів в стрічці. Відхилення шпура від вертикалі призводить до зниження сил відколу які діють в горизонтальній площині. Величина цих сил буде проекцією на горизонтальну площину та залежатиме від кута нахилу осі шпура. Вона буде становити $P'=P\cos\theta$. Оскільки у більшості випадків значення θ не перевищує 5, то сила відколу шпура при його нахилі в площині відколу буде змінюватися на мізерну величину, нею можна знехтувати.

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ФОРМУЛ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
СЕРЕДНЬОГО РОЗМІРУ КУСКА У РОЗВАЛІ ПІДРІВНОЇ ПОРОДИ**

Якість подрібнення гірських порід – це результат цілеспрямованої роботи двох перших ланок процесів гірничого виробництва у кар'єрі: буріння і підривання. Цей результат визначає ефективність роботи наступних ланок, і з цих позицій дуже важливо мати числове значення цього результату. Є декілька його показників, якими користуються на виробництві: вміст негабариту, гранулометричний склад подрібненого матеріалу і розмір його середнього куска. Вміст негабариту як показник якості вибухового дроблення використовується найчастіше, хоча дуже рідко приходиться мати справу з до деталей відпрацьованою методикою його визначення. Саме тому його значення у звітних документах, по-перше, даються узагальнено по кар'єру, а не по окремим різновидам гірських порід, по-друге, – зі значними похибками. Інформація про гранулометричний склад вибухового розвалу зустрічається у наукових звітах, або статтях, тобто є скоріш епізодичною. Розмір середнього куска у розвалі гірських порід як похідна від гранулометричного складу у виробничих звітах також не згадується. В той же час у зарубіжних публікаціях ці показники зустрічаються часто, бо робота вибуху – це утворення нових поверхонь, які обмежують новоутворені куски. Керувати цим процесом подрібнення, а також економічною стороною процесу видобутку гірських порід глибоко обґрунтовано, можна, лише маючи повноцінну достовірну інформацію про кускуватість гірських порід у вибуховому розвалі. Також слід додати, що найбільший інтерес із викладеного являє однозначний показник, бо його можна просто підставити в розрахункову формулу, враховуючи серед інших факторів і якість подрібнення порід. Із двох наведених однозначних показників перевагу слід віддати середньому розміру куска у розвалі, бо він містить у собі всю інформацію про розвал подрібненого матеріалу.

Г.М. Крюков, В.А. Кузнецов, пропонують наступну розрахункову формулу для визначення середнього розміру куска у вибуховому розвалі

$$d_{\text{сер}} = 0,1(\rho D_{\text{сер}})^{0,5} \cdot (f d_{\text{зар}})^{0,33} / q, \quad (1)$$

де $D_{\text{сер}}$ – розмір середньої окремоті, м; ρ – щільність гірських порід, т/м³; f – коефіцієнт міцності гірських порід за шкалою М. М. Протодьяконова; $d_{\text{зар}}$ – діаметр заряду, м; q – питома витрата ВР, кг/м³.

В авторефераті Є.М. Швеця пропонується формула, м

$$d_{\text{сер}} = (0,9 + 0,65f) D_{\text{сер}}^{0,61} \cdot \Delta^{0,25} \cdot f^{0,19} / q \cdot Q^{0,75}, \quad (2)$$

де Δ – щільність ВР, кг/м³; Q – енергія ВР, кДж/кг.

Окрім наведених формул, під час розрахунків різних показників кускуватості подрібнених гірських порід, часто користуються рівнянням Розіна-Раммлера, наприклад, у вигляді

$$\ln Y > x = 4,605 - (x/x_0)^n \quad (3)$$

де $Y > x$ – вміст у вибуховому розвалі кусків, більших за x , %; x_0 – розмір середнього куска у вибуховому розвалі, м; n – показник рівномірності дроблення, який змінюється в межах 1,0-1,7, його можна визначати за міцністю гірських порід; наприклад, якщо коефіцієнт міцності f дорівнює, або – більший, ніж 20 балів, n приймаємо 1,0; якщо ж навпроти – гірські породи м'які і їх коефіцієнт міцності дорівнює 2 бали, приймаємо значення $n=1,7$; надалі уздовж шкали міцності значення коефіцієнта можна рівномірно розподілити. Враховуючи викладені міркування, нами зроблено спробу вдосконалити рівняння (2), враховуючи ту обставину, що в ньому багато чинників, а тому повинно бути багато варіантів кінцевого результату. Спроба вдосконалення дала, як наслідок, наступну формулу

$$d_{\text{сер}} = [(0,5 + 0,7f) D^{0,7} \cdot \Delta^{0,23} \cdot f^{0,21}] / q \cdot Q^{0,7}. \quad (4)$$

Розрахунки за формулою (4) за прийнятою методикою наведено в табл. 1

Таблиця 1

Результати розрахунків за формулою (4)

f	3	8	8	13	13	18	18	23	23
$d_{\text{сер}}$	0,035	0,062	0,101	0,158	0,182	0,254	0,288	0,395	0,462

З викладених розрахунків стає зрозумілим, що у якості формули (4) ми отримали можливий інструмент для прогнозування якості подрібнення гірських порід у вибуховому розвалі.

МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В РЕШЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОБЛЕМ

Интенсивное развитие горных работ на карьерах сопровождается увеличением объемов перевозок и ухудшением горнотехнических условий эксплуатации для автомобилей-самосвалов. Общеизвестно, что при разработке полезных ископаемых открытым способом наиболее затратным и трудоёмким процессом является транспортирование горной массы. Тенденция увеличения энергозатрат и трудозатрат на одну тонну добытой руды остается устойчивой для всех ГО-Ков Кривбасса на протяжении последних лет. Несмотря на повышение грузоподъемности автомобилей-самосвалов, их производительность за счет углубления карьеров снижается на 10-18% на каждые 100 м углубления. Вместе с увеличением глубины карьера и ухудшением горнотехнических условий эксплуатации непрерывно растет удельный вес ремонтно-профилактических работ, что приводит к сокращению продолжительности пребывания автомобилей-самосвалов в работе, а также возрастает неравномерность требований на выполнение ремонтных работ. Кроме этого, с увеличением объемов работы по техническому обслуживанию (ТО) и текущему ремонту (ТР) автомобилей-самосвалов растет продолжительность подготовительно-вспомогательных операций и потери рабочего времени, обусловленные увеличивающейся удаленностью места работы автомобилей от горнотранспортного цеха. Объективно увеличение суммарной трудоемкости ТО и ТР автомобилей-самосвалов вызвано не только усложнением горнотехнических условий эксплуатации, но также и несовершенной организацией эксплуатации автотранспортных средств.

Таким образом, в настоящее время на карьерном автотранспорте есть несколько проблем, связанных, как с перевозочным процессом, так и с процессами технической эксплуатации. Все эти проблемы взаимосвязано снижают эффективность карьерного автотранспорта. В этой связи повышение эффективности работы карьерных автомобилей-самосвалов на горнорудных предприятиях требует использования совершенных методов системного анализа всех технологических процессов.

Выполненным системным анализом работы автомобилей-самосвалов (методом главных компонент) выявлена доля влияния горнотехнических условий и режимов эксплуатации на снижение производительности карьерного автотранспорта. Доля факторов, характеризующих влияние режима движения (Z_1 – первая главная компонента) на снижение производительности автотранспорта, составляет 54% суммарной дисперсии. Доля влияния сменного и годового режимов эксплуатации (Z_2 и Z_3 – вторая и третья главные компоненты) составляют 30% суммарной дисперсии исследуемого процесса.

Для определения влияния горнотехнических факторов на техническую скорость автомобилей можно использовать два основных подхода: метод факторного эксперимента и моделирование режимов движения на ЭВМ. Следует также отметить, что модели теории эксплуатационных свойств автомобиля пригодны для ограниченных условий, а факторный эксперимент позволяет учесть во взаимосвязи определенную совокупность влияющих факторов.

Использование указанных методов позволило установить, что на техническую скорость автомобиля-самосвала наибольшее влияние оказывает продольный профиль карьерных автодорог, то есть уклон и длина наклонных участков и их сочетание, а также тип и состояние дорожного покрытия. Расстояние перевозки горной массы не оказывает существенного влияния на оптимизируемый параметр.

Оптимизационные задачи по совершенствованию организации технической эксплуатации автомобилей для конкретного АТП (поиск оптимального количества постов текущего ремонта и др.) могут решаться минимизацией суммарных затрат от простоев автомобилей в ожидании ремонта и от простоев постов и неполного использования производственных мощностей зоны ТР. Спрогнозировать и минимизировать затраты позволяет теория массового обслуживания.

ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДРІБНОЇ ФРАКЦІЇ КАМЕНЕОБРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

Розробка покладів природного каменю супроводжується значно меншими обсягами розкривних робіт, ніж рудних, але й вони значною мірою підвищують собівартість кінцевої продукції каменепереробки – лицювальних плит й ін.

Окрім економічних чинників слід урахувувати також і екологічні, які останнім часом стають усе більш значущими і контрольованими.

Головною проблемою розвитку та становлення каменеобробної галузі України є забезпечення високої економічної та екологічної ефективності виробництва будівельних матеріалів. Існування сучасної каменеобробки є неможливим без упровадження технологій безвідходного виробництва. Втрати підприємства зменшують рентабельність виробництва за рахунок втрат сировини та необхідності значних витрат на утилізацію утворених відходів.

Характерною особливістю утилізації природних кам'яних відходів у виробництві облицювальних кам'яних матеріалів є значна перспективність використання відходів великих фракцій та низька перспективність використання фракцій, розміром менше, ніж 0,5 мм та пилюватої фракції.

Найбільш дрібна фракція каменю (шлам) утворюється на операціях розпилювання каменю, шліфування-полірування та фрезерно-окантовувальних роботах. Складність ефективного та повсякчасного використання шламу пов'язана з відсутністю на сьогоднішній день промислово апробованих технологій утилізації останнього шляхом виготовлення будівельних матеріалів.

Склад та властивості шламу є такими, що він, як матеріал, є інертним та слабозв'язним з більшістю будівельних наповнювачів та різних хімічних сполук. А утворення стійких і міцних кристалічних сполук потребує хімічної активації при високих температурах, що пов'язано в свою чергу зі значними енерговитратами.

Існуючі на сьогоднішній день технології виготовлення різних будівельних матеріалів литтям бетонів, гранітокераміки та блоків на основі поліефірних смол потребують використання у якості компонентів для утворення сполук різних хімічних матеріалів. Витрати на температурну обробку та компоненти суміші у загальному підсумку є більшими, ніж при виготовленні аналогічних матеріалів за класичними технологіями.

Крім того, за своїми екологічними властивостями шлам є небезпечним матеріалом, оскільки містить домішки оксиду хрому, що потрапляє у нього на операції шліфування-полірування.

У процесі виготовлення будівельних матеріалів при термічній обробці сухого шламу оксид хрому може утворювати хромати й інші хромові сполуки, які можуть бути досить токсичними.

Інший спосіб використання утвореного на каменеобробних виробництвах шламу – заповнення ландшафтних нерівностей при будівництві та укріпленні відкосів (ярів, ям, канав, котлованів).

Наявність шкідливих домішок у вигляді оксиду хрому обмежує даний перспективний напрямок використання шламу.

Зазначені обставини потребують пошуку шляхів очищення шламу до екологічних норм та розробки способів його промислового використання.

Забезпечення утворення екологічно чистого шламу можна досягти шляхом розділення потоків шламовідстоювання. Так в перерахунку на виготовлення 1 м² полірованої продукції на операції розпилювання утворюється 6-8·10⁻³ м³ шламу, на операції шліфування-полірування 1·10⁻³ м³ шламу, а на операції окантовування – близько 9,6·10⁻⁴ м³. У відсотковому відношенні шлам, що утворюється на операції шліфування-полірування, становить усього 10% від загального обсягу. Тому розділення шламовідстійників для зазначеного процесу не потребуватиме значних капітальних вкладень, а утворення екологічно чистого шламу становитиме 90%, що дозволить його використати в якості ґрунтових баластів, а в подальшому – для виготовлення екологічно чистих будівельних матеріалів.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ПРОГРАМНИХ ПАКЕТІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ГРУНТОВИХ АНКЕРІВ

Характерною особливістю відкритих розробок родовищ корисних копалин є неминуче вилучення з надр порода розкриття.

Ще однією з основних задач гірничовидобувних підприємств є забезпечення безпечного ведення гірничих робіт при максимальних техніко-економічних показниках. Для вирішення питання підвищення цих показників актуальним є визначення максимально допустимого значення кутів відкосів гірничих виробок на кар'єрах та відвалах. З чисто економічних міркувань гірники прагнуть якомога максимальніше поставити кінцеві кути відкосів бортів кар'єрів.

Проте виникає питання безпечності таких виробок, що пов'язано з порушенням рівноваги гірського масиву, в результаті чого і виникають зсуви. Особливо проблемним це питання є для розсипних родовищ, де застосовують гідромеханізацію розробок. З метою запобігання зсувних реакцій виникає потреба в підвищенні стійкості цих виробок. Забезпечення необхідної стійкості вирішується за допомогою застосування протизсувних заходів.

На даний момент існує багато способів підвищення стійкості відкосів. Це насамперед застосування георешіток, анкерного кріплення, кріплення за допомогою габіонів, різних залізобетонних і дерев'яних конструкцій. Широкого застосування набула технологія ін'єкційного анкера. Ця технологія полягає в тому, що спочатку проводиться буріння свердловини. В свердловину встановлюється анкерна тяга з арматури і здійснюють наповнення цементним розчином. Основними перевагами такого способу є точність і можливість влаштування анкерів у важкодоступних місцях, відсутність у необхідності громіздкого вантажно-підіймального обладнання, різноманітність при виборі параметрів влаштування. Основним недоліком є необхідність витримки цементного розчину для забезпечення максимальної несучої здатності анкера.

Техніко-економічні показники будь-якого способу підвищення стійкості залежать в першу чергу від параметрів влаштування закріплюючих елементів. Підвищення стійкості відкосу за допомогою ін'єкційних анкерів дає можливість втілити різноманітні розрахункові параметри. До цих параметрів насамперед відноситься глибина, кут нахилу, висота влаштування анкера.

Розрахунки оптимальних параметрів влаштування анкера є громіздкими, оскільки значна кількість існуючих способів укріплення відкосів уступів та варіацій їх застосування унеможливує застосування типових підходів та розрахунків, тому виникає необхідність у використанні комп'ютерних програм. На даний час уже існують деякі програми для забезпечення подібних розрахунків, наприклад, такі програмні комплекси, як GEO5 та GeoStab. Проте ці програми є вузькоспеціалізованими та спрямовані на розрахунок анкера, який працює на розтяг. Ін'єкційні анкери сприймають зусилля на згин. Тому виникає необхідність в складанні гнучкого автоматизованого розрахунку для даного способу укріплення з використанням відповідних пакетів математичних програм.

Таким чином, було побудовано математичний алгоритм для визначення оптимальної довжини ін'єкційного анкера. Даний алгоритм можливо застосовувати в будь-якій математичній програмі типу MathCad та MatLab.

За такими вихідними даними, як висота відкосу, кут відкосу, висота закладення анкера, властивості породи, об'ємна вага, кут внутрішнього тертя та питоме зчеплення на зріз, розраховується коефіцієнт запасу стійкості, що надалі порівнюється з нормативним значенням.

Алгоритм розрахунку оптимальних параметрів стійкості полягає у визначенні суми сил, які діють на анкер (утримуючі сили, сили зсуву). Далі здійснюється встановлення ділянки знаходження анкера, де значення руйнівних сил у сукупності будуть мінімальними.

Крім того, наглядність використовуваних розрахунків забезпечується можливістю побудови відповідних графіків функцій розподілу сил у вертикальному перерізі відкосу, що дозволяє здійснювати оптимізацію геометричним способом.

**СУЧАСНІ МЕТОДИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ
ВИЗНАЧЕННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ МАСИВУ НА БЛОЧНИХ КАР'ЄРАХ**

Аналіз комплексу видобувних робіт гірничих підприємств доводить необхідність упровадження у виробництво нових технологій, які б забезпечили автоматизацію робіт, збільшили ефективність видобутку сировини і підвищили довіру до результатів вимірювань і заяв виробників щодо якості продукції. При цьому автоматизацію рекомендується здійснювати на основі використання дистанційних методів оцінки тріщинуватості масиву, нових електронних приладів, сучасних технологічних комплексів устаткування для видобутку каменю та відповідного програмного забезпечення.

Цифрові фотограмметричні системи, засновані на методах обробки зображень, мають значний потенціал для вимірювання тривимірних координат поверхні об'єкту. Це обумовлено великим обсягом інформації про об'єкт, яку містять зображення і можливості застосування інтелектуальних методів обробки зображень, що дозволяють автоматично визначати з високою точністю координати характерних точок об'єкта.

Дослідження сучасних приладів для знімальних робіт дозволило визначити хоч і дорогий, але ефективний варіант, що забезпечує не тільки необхідну точність і оперативність поповнення бази даних комп'ютерної моделі, але і рішення задач, пов'язаних з проведенням високоточних вимірювань. Для зйомки гірничотехнічних об'єктів, зокрема вибоїв, монолітів і блоків природного каменю, найбільш ефективним є використання сучасних лазерних 3D сканерів.

Одним із можливих шляхів отримання інформації про стан масиву, ідентифікації природних тріщин в масиві природного каменю з наступним визначенням їх геометричних параметрів є оптичний контроль поверхні масиву на основі цифрових фотознімків.

Основним завданням є розробка методики цифрового аналізу систем тріщин, яка ґрунтується на ідентифікації елементів фотознімків і оптимізації основних вихідних параметрів, що впливають на якість оптичного контролю стану масиву природного каменю. Для вирішення цього завдання було розроблено програму «Детектор тріщин», яка аналізує якісний стан поверхні масиву щодо тріщинуватості.

Основними кількісними показниками оцінки тріщинуватості є питома площинна тріщинуватість $U_{тр}$ і питома лінійна тріщинуватість d , які забезпечують найбільш повну інформацію про порушеність масиву. Саме тому, в результаті обробки цифрового знімка масиву природного каменю, визначаються площа, кількість і довжина тріщин на досліджуваній ділянці.

Виявлення систем тріщинуватості масиву, визначення їх просторового орієнтування і оцінку ступеня сталості цього орієнтування в межах досліджуваного масиву традиційно виконують за допомогою масових вимірювань тріщинуватості.

На сьогоднішній день науковцями Житомирського державного технологічного університету пропонується паралельно з традиційним способом виконувати фотограмметричну зйомку вибоїв. Дистанційне вимірювання тріщин з метою характеристики їх просторового орієнтування і показників тріщинуватості, враховуючи оптимальні умови фотограмметричної зйомки, виконувалися на Наталіївському родовищі гранодіоритів.

Для підвищення ефективності видобутку блоків пропонується районувати тріщини за інтенсивністю їх в масиві природного каменю на основі взаємозв'язку кількісних показників питомої тріщинуватості з відповідними розмірами природних окремоостей і коефіцієнтом виходу блоків. При цьому необхідно враховувати: показник питомої тріщинуватості; кутові та лінійні величини між тріщинами суміжних систем; розміри природних окремоостей і розміри блоків певних категорій, які необхідно вписати в природну окремість.

Застосування дистанційних фотограмметричних методів вивчення показників тріщинуватості на кар'єрах декоративного каменю дозволяє ідентифікувати природні розриви в масиві гірських порід з наступним обчисленням їх лінійних розмірів і прогнозуванням виходу блочної продукції на окремих ділянках родовища.

Ю.І. ГРИГОР'ЄВ, аспірант, І.Є. ГРИГОР'ЄВ, канд. техн. наук, доц.,
Криворізький національний університет

СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПРИ КОМПЛЕКСНОМУ ОСВОЄННІ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ

Дослідження, спрямовані на оптимізацію режиму гірничих робіт при комплексному освоєнні залізрудних родовищ з урахуванням сумісного відпрацювання техногенних і геогенних родовищ у ринкових умовах є актуальними і дозволяють підвищити ефективність відкритої розробки родовищ у цілому. За цих умов було прийнято ідею оптимізації режиму гірничих робіт відповідно до динаміки попиту на корисні копалини шляхом урахування закономірностей цілеспрямованого формування техногенних родовищ з одночасним створенням в останніх комплексу порожнин для їх розкриття і відпрацювання сумісно з геогенними.

Аналіз теорії та практики регулювання режиму гірничих робіт глибоких кар'єрів показав, що наявні критерії та методи оцінки не враховують залежності взаємного впливу сумісного відпрацювання геогенного й техногенного родовищ при комплексному освоєнні надр.

Дослідження наявних способів цілеспрямованого формування техногенного родовища й виробничих умов господарювання дозволили виділити основні технологічні принципи цілеспрямованого формування техногенного родовища. На підставі встановлених принципів було визначено, що цілеспрямоване формування техногенних родовищ необхідно здійснювати за технологією закладання в його товщі системи вертикальних і горизонтальних кріплень виробок з метою зменшення витрат на подальше відпрацювання техногенного родовища.

Найбільш раціональною технологією відпрацювання техногенного родовища є виймання копалини з техногенного родовища колісним навантажувачем, транспортування ним копалини до устя закладеної вертикальної виробки, розвантаження, доставка корисної копалини гравітаційним транспортом до вібраційних люків із подальшим перепуском до транспортних засобів, які доставляють її до місць споживання чи переробки. Застосування даної технології дозволяє зменшити витрати на відпрацювання техногенного родовища за рахунок скорочення відстані транспортування корисної копалини.

Оптимальна кількість ярусів техногенного родовища визначається за критерієм мінімуму питомих витрат на його формування, менша за технологічно можливу їх кількість і перебуває в прямій залежності від обсягів техногенного родовища.

Квадратна форма основи техногенного родовища сприяє максимізації землемісткості, однак витрати на закладання кріплень виробок у структурі витрат на формування техногенного родовища – більші за витрати на землевідведення. Тому пропонується застосовувати прямокутну форму основи із закладанням виробки вздовж короткої сторони, що забезпечує скорочення довжини горизонтальних виробок і зниження питомих витрат на формування такого родовища.

Режим гірничих робіт необхідно обирати за вдосконалим критерієм чистої приведеної вартості, в основу якого покладено ідею його регулювання в системі «кар'єр-техногенні родовища» шляхом складування надлишкових об'ємів корисних копалин у періоди падіння попиту та їх відпрацювання в періоди підвищення. При застосуванні техногенного родовища й підвищенні його виробничої потужності до 7% від потужності кар'єру по гірничій масі коефіцієнт комплексності освоєння надр зростає на 17% за рахунок своєчасного покриття попиту, який характеризується високою динамікою в умовах ринкової економіки.

Застосування вдосконаленої методики регулювання режиму гірничих робіт системи «кар'єр-техногенні родовища», заснованої на пропонованому критерії, дозволяє підвищити прибуток від комплексного освоєння надр на 12 % за рахунок своєчасного покриття ринкового попиту. Використання даної методики підвищує рівень комплексності освоєння родовища за рахунок того, що профіцитні обсяги корисних копалин складаються в техногенне родовище з можливістю майбутнього виймання в період підвищення попиту на них.

Очікуваний економічний ефект від використання результатів дослідження оптимальних параметрів техногенних родовищ, сформованих за розробленою технологією, при проектуванні складування бідних руд кар'єру «Південний» шахтоуправління з підземного видобутку руди ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ Кривий Ріг» становить 1,977 млн грн.

S. DYBOFF, Ingénieur, Marbes du Boulonnais, France,
S. JOUKOV, Dr., Prof., Université Nationale de Kryvoï Rog, Ukraine

FAITS REMARQUABLES DE L'HISTOIRE DES MARBES DU BOULONNAIS

L'offre des Marbres du Boulonnais s'appuie sur un réseau de carrières desquelles sont extraites les principales variétés qui font la réputation des pierres et marbres français. Des centaines de millions d'années ont laissé leurs empreintes en eux. Des dessins et des coloris originaux leur donnent une identité, une personnalité; les "défauts" naturels (coquillages, veines cristallines,...) sont autant de marques d'authenticité et de noblesse qui leur confèrent une valeur particulière.

Aux Marbres du Boulonnais, des hommes au savoir-faire reconnus les façonnent au moyen d'outils et de procédés qui allient tradition et modernité. Ils garantissent la fiabilité de notre production et une qualité constante et pérenne.

La pierre est un matériau de caractère qui fait référence à des notions ancrées au fond de nous: la nature, la tradition, la maîtrise de la matière, le savoir-faire de l'artisan, la beauté, le luxe. De l'architecture Parisienne du XIX^{ème} siècle, en passant par les châteaux et demeures historiques jusqu'à l'ensemble contemporain alliant le verre, l'acier et la pierre, elle rencontre la créativité de nombreux grands architectes.

Les pierres des Marbres du Boulonnais sont uniques, pas uniformes. Elles sont multiples, classiques et contemporaines à la fois. L'accord parfait qu'elles réalisent avec les autres matériaux en témoigne.

Depuis plus de cent ans, Marbres du Boulonnais a appris à connaître la pierre, les pierres.

Les engagements des Marbres du Boulonnais sont fondés sur la qualité: qualité de l'offre, qualité des services complémentaires tels qu'études spécifiques sur projets, qualité et sécurité des livraisons, réactivité et passion de l'équipe.

De l'Amérique du Nord au Japon, de l'Asie à l'Europe, de l'Amérique du Sud à l'Océanie, Marbres du Boulonnais souhaite contribuer à la beauté et à l'émotion de vos projets, en vous apportant son expertise de la pierre et de sa place dans l'architecture.

La France est consommateur de produits bruts et vendeur de produits finis à forte valeur ajoutée. En 1999, elle a importé 560 000 tonnes pour une valeur de 942 millions de francs. Les exportations se sont élevées à 225 000 tonnes pour 862 millions de francs.

Il est relativement difficile d'estimer précisément l'importance économique réelle de cette filière. En effet, la grande diversité d'activités utilisatrices de pierre (bâtiment, voirie, décoration, restauration du patrimoine) et le nombre d'étapes, de la carrière au chantier (extraction, transformation, commercialisation, mise en oeuvre) ne permet pas de recueillir des chiffres précis. Toutefois, on estime que la filière est constituée de plus de 6 000 entreprises avec un effectif d'environ 25 000 personnes, pour un chiffre d'affaire global de près de 15 milliards de francs.

En 1999, l'activité extraction/transformation regroupait environ 1 000 entreprises et 9 000 salariés pour un chiffre d'affaire de 4.6 milliards de francs.

Chiffre en hausse constante depuis 1996. Estimation de la production : 540 000 m³ extraits, 3 millions de m² de tranches sciés, 1,2 millions de m² de dallage, 25 000 tonnes de pavés, 365 000 mètres linéaires de bordures, 200 000 monuments, 40 000 tonnes d'ardoises de couverture.

Le marché international connaît depuis plusieurs années une progression constante mais avec des bouleversements importants dus à l'arrivée en force de pays émergents comme la Chine et l'Inde et à la mutation des pays exportateurs de produits bruts en pays exportateur de produits finis aux coûts compétitifs. Entre 2005 et 2015 la production mondiale de roches ornementales a connu une hausse de 30%, grâce au développement de l'activité dans les principaux pays producteurs : Chine, Espagne, Inde, Italie et Turquie. Classement mondial des pays producteurs blocs : Chine (1^{er}), Italie (2^e), Inde (3^e), Iran (4^e), Espagne (5^e), Turquie (6^e), Portugal (7^e), France et Corée du Sud (8^e). La Chine est le premier producteur et premier exportateur de matériau brut, loin devant l'Italie. Elle est également le deuxième exportateur de produits finis derrière l'Italie, mais avec un rythme de développement beaucoup plus rapide.

ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРЯМУ БУРІННЯ ШПУРІВ ТА СВЕРДЛОВИН НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИДОБУВАННЯ БЛОЧНОГО КАМЕНЮ

За масштабами видобутку блокової сировини Україна займає одне з провідних місць у світі і є одним з основних експортерів природного каменю. На сучасному етапі розвитку цієї галузі технологія видобування природного каменю представлена різноманітними технологічними процесами, одним з найважливіших з яких є буріння шпурів чи свердловин при відокремленні та пасеруванні конкретного моноліту. На виконання бурових робіт припадає близько 50% від загального обсягу витрат на видобуток. Тому очевидним є вплив якості бурових робіт на ефективність всього видобувного комплексу. Так відхилення шпурів та свердловин від проектного положення призводить до збільшення їх довжини, а відповідно й обсягів бурових робіт.

При використанні тріщиноутворюючих способів відокремлення та пасерування моноліту, відхилення шпурів від запроектованого напрямку призведе до зміни геометрії сил відколу і відповідно до погіршення ефективності та якості самого процесу відокремлення. Також потрібно зазначити, що при заданих параметрах буріння стрічки шпурів та номінальних режимах буріння декоративного каменю, основними геологічними параметрами, що впливають на якість бурових робіт, є кут нахилу субгоризонтальних тріщин та частота їх прояву.

Недотримання проектних значень бурових робіт для алмазно-канатного різання, за рахунок неточності збірки свердловин, призводить до збільшення площини відокремлення (рис. 1а), що впливає на кількісні втрати сировини; до зайвих витрат ріжучого інструменту внаслідок погіршення умов його експлуатації; зменшення строку служби каменерізного обладнання тощо

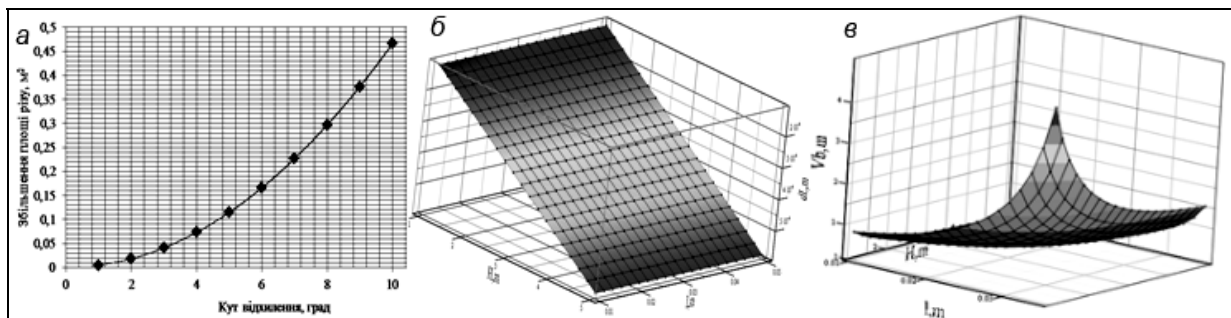


Рис. 1. Залежності: збільшення площі різання від можливих кутів відхилення свердловини (а); відхилення свердловини від глибини буріння та довжини зони перекриття свердловин (б); обсягів буріння від глибини буріння та довжини зони перекриття шпурів (в), де V – обсяги буріння, H – глибина, l – довжина зони перекриття

Одним з різновидів буріння є метод суцільного буріння, який досить широко застосовується для створення площини відокремлення. Якісне виконання бурових робіт та оптимальне значення зони перекриття свердловин визначають якість суцільного вибурювання. Залежність відхилення свердловини від глибини буріння та довжини зони перекриття шпурів можна установити на основі аналізу трьохвимірною графіку, що показано на рис. 1б. Аналіз залежності відхилення від глибини буріння та довжини зони перекриття шпурів показав, що ця величина інтенсивно прямо пропорційно зростає зі збільшенням глибини буріння та менш суттєво – при збільшенні довжини зони перекриття шпурів. Оптимальне значення довжини зони перекриття сусідніх свердловин дорівнює 0,025 м. Відхилення свердловин від заданого напрямку при створенні площини відокремлення суцільним вибурюванням впливає на обсяги бурових робіт (рис. 1в). Якість буріння шпурів, щодо отримання мінімальних відхилень, в значній мірі визначається цілим рядом показників: режимними параметрами процесу буріння, типом та станом бурового інструмента й обладнання, станом масиву гірських порід, в якому здійснюється буріння, тому одним з найбільш перспективних напрямків удосконалення процесу буріння є вдосконалення режимних параметрів бурових робіт з урахуванням тріщинуватості та фізико-механічних властивостей масиву блочного каменю.

УЧЕТ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ГОРНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Как показывает анализ планирования границ карьера, на ГОКах Украины значения углов откосов в той или иной мере занижены с целью перестраховки. Опыт же ведущих западных горнодобывающих фирм показывает примеры, когда эти углы завышаются до экстремальных значений, что нередко приводит к катастрофам. Таким образом, существуют два полярно противоположных подхода к рассматриваемому фактору. Поэтому поиск путей расчета «параметров рисков» и моделей их развития является чрезвычайно перспективным и актуальным.

Все расчеты должны выполняться с учетом вероятностного характера оползневых процессов, которая учитывается коэффициентом k_3 . Исходя из требований минимизации суммарных затрат на строительство и эксплуатацию выработок, их геометрические параметры должны обеспечивать выполнение целевой функции $S_{гв} = A_{бв} - (EE_{б} - V_{пр}k_3) \rightarrow \min$, где $S_{гв}$ - суммарная стоимость выработки; $A_{бв}$ - затраты на ее строительство; $EE_{б}$ - экономэффект от увеличения угла откоса; $V_{пр}$ - прогнозируемый убыток от этого; k_3 - коэффициент вероятности оползня.

Стоимость строительства состоит из затрат на: эксплуатацию существующего и приобретение специализированного оборудования и строймашин, буровзрывные работы, транспортирование горной массы, ГСМ и энергоносители, зарплату и т.д. При этом условие минимума суммарных затрат равнозначно условию максимума целевой функции дохода: $D_{в} = EE_{б} - V_{пр}k_3 \rightarrow \max$. В этом случае экономэффект $E_{и}$ предлагается определять, как $E_{и} = E_{б} k_{и} \Psi$, где $E_{б}$ - экономэффект за счет увеличения угла откоса без дополнительных инженерных мероприятий.

Увеличение угла откоса снижает объемы вскрыши, но также и надежность его устойчивого состояния, повышает вероятность разрушения, что угрожает убытками.

Ожидаемый убыток от простоя $V_{пр} = C_q M_{yn} \cdot t_{пр} (P_1 - P_k)$, где C_q - себестоимость 1 м^3 ископаемого; M_{yn} - удельный вес условно-постоянных затрат в себестоимости продукции; $t_{пр}$ - время простоя предприятия; P_1 - плановая производительность; P_k - производительность в период ликвидации оползня. Время простоя $t_{пр} = t_{л.о.} + \Delta t_{с.р.}$, где $t_{л.о.}$ - время ликвидации оползня; $\Delta t_{с.р.}$ - время выполнения специальных работ после ликвидации оползня. $t_{л.о.} = (Q_1 + Q_2) / n_y q_y$, т.е. $t_{пр} = (Q_1 + Q_2) / n_y q_y + \Delta t_{с.р.}$, где Q_1 - объем оползня подлежащий отработке при восстановлении бермы; Q_2 - дополнительный объем вскрыши при создании новой бермы; q_y , n_y - суточная производительность и количество оборудования.

Затраты на переэкскавацию оползня и дополнительную вскрышу, связанные с восстановлением борта, $B_0 = N_{пе} (Q_1 + Q_2) (C_p + EHK_p) R_{п}$, где $N_{пе}$ - количество циклов последовательной переэкскавации; $R_{п}$ - безразмерный коэффициент удорожания 1 м^3 вскрыши, зависящий от степени снижения производительности горно-транспортного оборудования. Затраты на восстановление коммуникаций $BK = CK(1 - HT)(L_o \gamma_n + L_{тч})$, где CK - стоимость восстановления 1 м коммуникаций; L_o - длина поврежденных коммуникаций; γ_n - безразмерный коэффициент, учитывающий степень повреждения коммуникаций; $L_{тч}$ - длина временных коммуникаций для нужд ликвидации оползня. Затраты на создание временных объездных грузопотоков для поддержания производительности $B_{тг} = C_{тк} (LT_{т} - LT_{п} \delta_d)$, где $C_{тк}$ - стоимость 1 м общекарьерных дорог; $LT_{т}$ - общая длина создаваемых коммуникаций; $LT_{п}$ - длина коммуникаций, которые могут в перспективе использоваться как постоянные; δ_d - коэффициент дисконтирования при опережающем строительстве. Затраты на инженерные мероприятия по укреплению берм $V_{и.т.с.} = (C_{бур} + C_{ар} + C_{бет}) N_{св} l_{св} + (Z_{бур} + Z_{ар} + Z_{бет}) N / св l / св$, где $C_{бур}$, $Z_{бур}$; $C_{ар}$, $Z_{ар}$; $C_{бет}$, $Z_{бет}$ - стоимость 1 м бурения укрепляющих скважин, армирования и бетонирования; $N_{св}$, $N / св$; $l_{св}$, $l / св$ - их количество и глубина.

Прогнозируемый убыток $V_{п}$ от снижения надежности выработки при увеличении угла откоса определяется суммой всех видов приведенных затрат: $V_{п} = V_{пр} + B_0 + B_k + B_{тг} + V_m + V_{и.т.с.}$, где V_m - затраты на восстановление поврежденного оборудования и механизмов. Данный метод позволяет оперативно и достаточно точно оценить альтернативные ситуации и обоснованно принять оптимальное решение в условиях риска.

Г.І. ТКАЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф.
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ СТІЙКОГО СТАНУ ЗОВНІШНЬОГО ВІДВАЛУ ВІД НЕОДНОРІДНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ СЛАБКОЇ ОСНОВИ

Для встановлення закономірностей зміни коефіцієнта запасу стійкості $K_{ст}$ від фізико-механічних властивостей ґрунтів основи та її потужності застосовувались дві розрахункові схеми відсіпки відвалів: на слабку основу змінної потужності та на слабку основу відвалу, у якій є шари обводнених порід змінної потужності. Геометричні параметри моделі «відвал-основа» були незмінними. Варіювалась потужність слабкої основи – від 5 до 30 м з кроком $\Delta m = 5$ м.

Характер залежностей $K_{ст}$ від потужності слабого шару та потужності обводнених порід в основі відвалу $K_{ст} = f(m)$ є практично однаковим для усіх варіантів відсіпки. Функції, що мають вигляд нелінійних, були б абсолютно ідентичними, якби параметри відповідних прошарків порід основи не були скориговані на їх водонасиченість. Виявлені закономірності пов'язані з мінливістю фізико-механічних властивостей порід основи на глибині від підшоши відвалу 5-15 м. Характер установлених залежностей показує, що $K_{ст}$ має чітку тенденцію до зниження при зростанні потужності слабого шару з 5 до 15 м для усіх варіантів відсіпки за винятком скельних порід. Розміщення водонасичених порід під підшовою відвалу до глибини 15 м (10-25 % висоти відвалу) у даних варіантах підвищує ймовірність виникнення зсувів.

Результати виконаних авторами досліджень на імітаційній моделі «відвал-основа» свідчать, що значення й характер зміни $K_{ст}$ залежать від того, наскільки відрізняються параметри фізико-механічних властивостей гірських порід, розподілених у просторі випадково.

За результатами імітаційного експерименту маємо вибірку випадкових значень $K_{ст}$ обсягом N . Далі - статистична обробка вибірки з отриманням її основних числових характеристик: середнє, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, медіана, мода, коефіцієнт варіації, а також емпіричний розподіл у вигляді гістограми. На прикладі відвалу з полярним складом порід «скельна маса – змішані породи – глинисті породи» показано порівняння розподілу $K_{ст}$ для слабкої основи різної потужності та шарів обводнених порід, які мають різну глибину залягання. Аналіз розподілень свідчить про те, що зі збільшенням глибини, потужності слабого і водонасиченого шару порід в основі відвалу змінюються, як форма розподілення ймовірностей $K_{ст}$ так і числові характеристики: середнє, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, медіана, мода тощо. Це свідчить про те, що урахування розкиду фізико-механічних властивостей ґрунтів основи та обводненості порід впливає на динаміку зміни $K_{ст}$ і що імовірнісний підхід з численною реалізацією за стандартною методикою у порівнянні з детермінованими інженерними методами розрахунку забезпечує більш точну і науково обґрунтовану оцінку стійкості.

Отримані гістограми при необхідності можна апроксимувати відомими законами розподілення (нормальний, логнормальний та ін.). Їх можна використовувати для оперативної та прогнозувальної оцінки стійкості. Аналіз гістограм показав, що після глибини 20 м форма і значення числових характеристик практично не змінюються. Це дозволяє зробити висновок, що при обраному конкретному варіанті відсіпки відвалу, до 20-25 м необхідно враховувати реальний літологічний склад ґрунтів основи, її обводненість. Для кожного іншого варіанту ця межа – індивідуальна і залежить від заглиблення потенційної поверхні скочвання в основу відвалу.

За допомогою розробленої імітаційної моделі «відвал-основа» методом чисельного моделювання встановлено, що коефіцієнт запасу стійкості $K_{ст}$ нелінійно знижується при заглибленні поверхні скочвання на глибину 15-20 м у слабкий шар основи відвалу.

При подальшому збільшенні потужності слабкої основи й урахуванні її геолого-літологічного складу мінімальне значення $K_{ст}$ змінюється в межах 1-3 %.

Розроблена імітаційна модель системи «відвал-основа» може бути використана для розрахунку і прогнозування стійкості зовнішніх відвалів при різних гірничо-геологічних умовах відвалотворення, що сприяє вибору оптимальних технологічних рішень при формуванні відвалів та їх проектуванні.

А.А. СОВА, канд. техн. наук, доц., А.В. САЗОНОВ, горный инженер-маркшейдер,
М.И. РУСАКОВ, инженер, НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОТВАЛА НА ПОДРАБОТАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Дальнейшая разработка месторождения магнетитовых кварцитов карьером №3 ПАО "АрселорМиттал Кривой Рог" приводит к необходимости складирования попутно добываемых окисленных кварцитов на подработанной территории.

Окисленные кварциты из карьера отсыпаются в специальный склад (отвал №4), который формируется вблизи северного и северо-восточного борта карьера.

В связи с корректировкой графика объемов складирования и сохранения производительности карьера возникла необходимость в расширении площади склада окисленных кварцитов.

Площадь складирования увеличивается в западном и в северном направлениях от существующего положения склада.

Этот участок земной поверхности подработан подземными горными работами шахты "Валько".

Целью работы является геомеханическое обоснование возможности расширения склада окисленных руд с максимальной удельной емкостью на отведенной площади. обоснование максимально допустимых результирующих угловых параметров откоса склада и высоты ярусов.

Анализ результатов математического моделирования методом конечных элементов (МКЭ) показывает, что вблизи откоса изолинии значений $\sigma_y = \gamma H$ параллельны откосу, изолинии $\sigma_x = m\gamma H$ выходят в откос под углами близкими к 90° (m - коэффициент бокового распора, γ - объемный вес пород, H - высота столба пород).

Наибольшее главное напряжение σ_1 по всему сечению откоса сжимающее и только вдоль верхней бермы равно нулю.

Наименьшее главное напряжение σ_2 по всему сечению сжимающее.

Вблизи откоса изолинии значений σ_2 практически параллельны откосу, а σ_1 выходят на откос.

В сечении склада изолинии имеют плавный характер, поскольку склад представлен однородными породами.

В основании склада залегают разнородные породы, поэтому в основании склада наблюдается концентрация напряжений и резкое изменение направления изолиний.

В связи с тем, что разрушение откоса происходит главным образом за счет среза (сдвига), большой интерес представляет собой анализ распределения тангенциальных напряжений τ_{xy} .

Анализ распределения и величин напряжений показывает, что наиболее слабыми элементами конструкции являются суглинки (сцепление - $C=2$ т/м²) и песок (сцепление - $C=0$ т/м²) залегающие в основании.

Максимальные величины тангенциальных напряжений τ_{xy} по линии скольжения составляют 12000-22000 Н/м² (1,2-2,2 т/м²).

Представляет интерес положение тех площадок по которым действуют наибольшие σ_1 и наименьшие σ_2 главные и касательные τ_{xy} составляющие напряжений.

В графическом виде получены изолинии углов наклона (в радианах) таких площадок к горизонту.

На рисунке линии скольжения проходят по изолиниям со значениями 0,25-0,35 (14-20°).

Согласно результатам моделирования, линия скольжения выходит в точку на земной поверхности, где меняется направление (изгиб) изолинии оседания Y .

Кроме этого, анализ полученных данных показал, что влияние склада фиксируется на глубинах (2-2,5) от его высоты.

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРОХОДКИ ВЪЕЗДНЫХ ТРАНШЕЙ
С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАРЬЕРА**

Производительность по руде зависит от скорости углубки карьера, которая определяется эффективностью организации работ по вскрытию новых горизонтов. На железорудных карьерах наибольшие отклонения от плановых объемов добычи связаны с горными работами на дне карьера. Работы по вскрытию нового горизонта осуществляются в зоне карьера, аккумулирующей сток подземных и ливневых вод. На дне карьера сложно обеспечить условия, необходимые для эффективной работы карьерной механической лопаты. Проектами на разработку карьеров предусмотрено осуществление контроля метеосводок с целью предотвращения подтопления поверхностным стоком экскаваторов, работающих на дне карьера. Но при определении скорости углубки карьера и его возможной производительности по руде зависимость открытых горных работ от гидрологических условий не учитывается. Актуальной научной задачей является совершенствование методов определения скорости углубки карьеров на основе учёта его гидрологического режима и разработка новых технологических схем проходки въездных траншей.

Оптимальные технико-экономические показатели достигаются при применении технологических схем проходки въездных траншей механической лопатой на полную высоту уступа. На практике при вскрытии обводнённых горизонтов с применением прямой механической лопаты используется послонная схема. Такая организация работ по проходке въездной траншеи является неэффективной в связи с длительными простоями оборудования в ожидании понижения уровня карьерных вод в пределах слоя и снижением производительности экскаватора из-за малой высоты забоя. Использование для проходки въездной траншеи только обратного гидравлического экскаватора, более приспособленного для производства горных работ в обводнённых условиях, приводит к увеличению себестоимости выемочно-погрузочных работ из-за более высоких капитальных и эксплуатационных затрат.

Альтернативным вариантом является использование комбинированных технологических схем с последовательным использованием прямых механических и обратных гидравлических лопат [1]. Проходку траншеи начинает гидравлический экскаватор со строительства в ее контуре на полную высоту уступа опережающей водопонижающей траншеи. Строительство опережающей траншеи гидравлическим экскаватором осуществляется послонно, наклонными слоями. Находясь на кровле вышележащего слоя, обратная лопата отрабатывает нижележащий слой. Кровля первого слоя горизонтальная, а последующих - наклонная. С целью уменьшения объема горных работ, выполняемых обратной гидравлической лопатой, угол наклона подошвы слоев необходимо принимать максимально допустимым по условию перемещения экскаватора и транспортных средств. Эффективным способом уменьшения объема опережающей траншеи является проходка последнего слоя бестранспортным способом с размещением породы в контуре опережающей траншеи. На всех этапах строительства опережающей траншеи и после его завершения нижняя часть ее дна используется как зумпф. После осушения уступа к работе приступает механический экскаватор. Основным отличием разработанных схем является то, что прямая механическая лопата проходит траншею одним забоем на полную высоту уступа. Это приближает технические показатели работы экскаватора к показателям при отработке необводненного горизонта.

В глубоких карьерах скорость углубки снижается из-за использования при строительстве траншей прямых механических лопат, эффективность эксплуатации которых снижается в условиях обводненных горизонтов. По скорости строительства траншей в обводненных условиях, разработанные комбинированные схемы приближаются к показателям прямой механической лопаты при работе в сухих условиях.

Список литературы

1. Рішення про видачу патенту на винахід № 156/3А/16 стосується заявки № а 2015 03378 Спосіб розкриття робочих горизонтів кар'єрів в складних гідрогеологічних умовах Е21С 41/26 (2006.01) / Слободянюк В. К., Турчин Ю. Ю.; заявл. 10.04.2015.

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА НА ОБЪЕМЫ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ

Вскрышные работы на карьерах являются вынужденной необходимостью: они удорожают добычу полезных ископаемых и увеличивают вредное влияние открытой разработки месторождений на окружающую среду. Поэтому для проектировщиков одной из приоритетных и проблемных задач является определение минимальных объемов вскрышных работ, обеспечивающих достижение заданной производительности карьера по полезному ископаемому.

Совершенствованием методов планирования горных работ и проектирования карьеров постоянно занимались известные всему миру ученые: Анистратов Ю.И., Арсентьев А.И., Близиюков В.Г., Дриженко А.Ю., Ковальчук В.А., Новожилов М.Г., Ржевский В.В., Четверик М.С. и др.

Цель настоящей работы: показать влияние производительности карьера по полезному ископаемому на объемы вскрышных работ и их основной показатель - коэффициент вскрыши.

На примере условного карьера, представленного разрезом на рис. 1 линией 1 показано положение горных работ при проектной производительности карьера по руде A_p .



Рис. 1 Схема для определения взаимосвязи вскрышных работ и производительности карьера: 1 (-) и 2 (- -) – положение рабочего борта карьера при работе с производительностью по руде A_p и $A_p+\Delta A_p$; ΔB_n - увеличение нормативной ширины рабочей площадки при увеличении производительности карьера по руде на ΔA_p ; B'_n - нормальная ширина рабочей площадки при работе карьера с производительностью по руде $A_p+\Delta A_p$

При увеличении годовой производительности карьера по руде на ΔA_p нормальная ширина рабочей площадки на каждом горизонте увеличится на ΔB_n . Для случая, показанного на рис. 1, результаты расчета изменений текущего коэффициента вскрыши n_t и объемов вскрышных работ A_v в зависимости от изменения производительности карьера по руде A_p представлены графически на рис. 2.

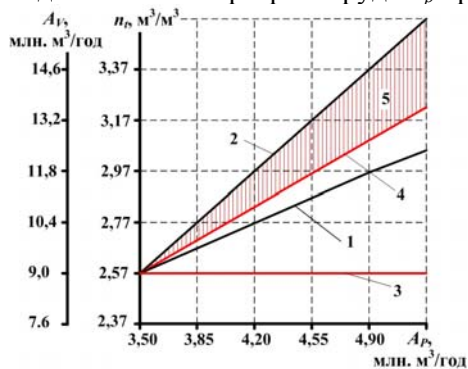


Рис. 2. Зависимость текущего коэффициента вскрыши (1) и объемов вскрышных работ (2) от производительности карьера по руде: 3 – постоянный коэффициент вскрыши; 4 – объем вскрышных работ при постоянном коэффициенте вскрыши; 5 – отставание вскрышных работ

По графикам видно, что увеличение производительности карьера по руде сопровождается увеличением текущего коэффициента вскрыши (линия 1).

При увеличении производительности карьера по руде, планирование объемов вскрышных работ (линия 4) по постоянному коэффициенту вскрыши (линия 3) приведет к несоблюдению

Норм технологического проектирования по готовым к выемке запасам руды и объемам пустых пород.

Несоблюдение выявленных закономерностей при планировании горных работ часто приводит к отставанию вскрышных работ.

Разработана методика определения размера отставания вскрышных работ от необходимых объемов.

По этой методике были определены объемы отставания вскрышных работ от необходимых на некоторых железорудных карьерах Украины по состоянию горных работ на 01.01.2013 г.

Так отставание вскрышных работ составило: в карьере Ингулецкого ГОКа - 8,5 млн m^3 (35 %); на Анновском и Первомайском карьерах Северного ГОКа - 2,44 млн m^3 (13 %) и 15,3 млн m^3 (47 %) соответственно; на карьере Полтавского ГОКа - 10,2 млн m^3 (27 %).

В.Г. БЛИЗНЮКОВ, д-р техн. наук, проф.,
С.А. ЛУЦЕНКО, И.В. БАРАНОВ, кандидаты техн. наук, доц.
Криворожский национальный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНТУРОВ КАРЬЕРОВ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Современные условия разработки месторождений характеризуются развитием горных работ только в глубину по причине того, что на большинстве карьеров, разрабатывающие крутопадающие железорудные месторождения, их рабочие контуры по поверхности достигли проектных отметок. Нормативные документы, регламентирующие работу горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки, указывают, что расчетный граничный коэффициент вскрыши принимается величиной постоянной. Однако подобные горнообогатительные комбинаты продолжают свою работу, и с течением времени будут изменяться их экономические показатели, т.е. при определении границ проектируемого карьера граничный коэффициент вскрыши необходимо определять с учетом возможного изменения объемов выемки вскрышных пород и добычи руды на предприятиях-конкурентах.

Для выполнения исследований за основу был взят карьер Полтавского ГОКа. Месторождение, разрабатываемое этим карьером, было разделено на 18 участков. Для исследования были приняты три варианта конечной глубины карьера H_k . В работе приняты показатели работы Северного, Центрального и Ингулецкого ГОКов. В исследованиях была поставлена цель - определить такие перспективные границы карьера Полтавского ГОКа, которые обеспечат экономические показатели добычи руды и производства концентрата на уровне не ниже подобных экономических показателей по ПАТ «СЕВГОК».

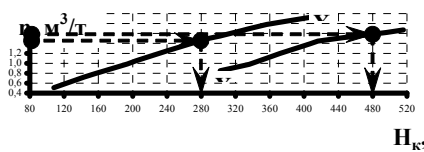


Рис. Графическое определение перспективной глубины карьера на различных участках месторождения

Выполнив замеры и расчеты по каждому участку месторождения построили графики изменения наибольших текущих коэффициентов вскрыши в зависимости от изменения глубины горных работ $n_{т.мах} = f(h_{з.р.})$ и от увеличения конечной глубины карьера $n_{т.мах} = f(H_k)$. Для определения граничных коэффициентов вскрыши для различных участков месторождения на графиках $n_{т.мах} = f(h_{з.р.})$ нанесли кривую изменения текущих коэффициентов вскрыши Северного ГОКа. Затем определяли точки пересечения кривых отражающих изменение наибольших текущих коэффициентов вскрыши на различных участках месторождения с линией граничного коэффициента вскрыши.

Установив значения граничного коэффициента вскрыши по каждому участку разрабатываемого месторождения, определили перспективную глубину карьера Полтавского ГОКа. Для этого за основу были взяты графики изменения наибольших текущих коэффициентов вскрыши в зависимости от увеличения конечной глубины карьера $n_{т.мах} = f(H_k)$.

После определения перспективной глубины карьера на каждом исследуемом участке месторождения отстроили рациональные контуры отработки карьера. Было установлено, что перспективная глубина карьера Полтавского ГОКа на участке с наибольшей горизонтальной мощностью рудной залежи составит около 880 м.

По результатам проведенных исследований установлено, что прирост запасов руды, при отработке карьера в перспективном контуре, составляет 1363,2 млн т. При этом объем вскрышных пород будет увеличен на 1625,3 млн м³. Средний коэффициент вскрыши в перспективном контуре карьера составит 0,91 м³/т (при разработке месторождения в утвержденном проектном контуре - 0,43 м³/т).

При производительности карьера по руде на уровне 29,872 млн т в год срок его работы, в утвержденном проектном контуре, составит 28 лет. При отработке карьера в расширенном контуре с той же годовой производительностью, срок работы будет составлять 74 года.

М.М. ПИЖИК, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет
Ю.І. ГРИГОР'ЄВ, провідний інженер, ДП «ДПІ «Кривбаспроект»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ТЕХНОГЕННОГО РОДОВИЩА НА РЕЖИМ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПРИ КОМПЛЕКСНОМУ ОСВОЄННІ НАДР

Для гірничодобувних підприємств України проблема складування відходів гірничого виробництва має нагальне значення. Водночас, в ряді досліджень було доведено, що в умовах ринкової економіки мають місце періоди, коли попит на продукцію зростає, а вимоги до якості знижуються. В такі періоди з'являється доцільність відпрацювання корисних копалин, що раніше були заскладовані у техногенні родовища для подальшого їх відпрацювання.

Однак очевидно, що зміни напрямку і обсягів гірничих робіт, зокрема на етапі відпрацювання техногенного родовища, спонукають до перегляду режиму гірничих робіт. В періоди, коли попит на ринку мінеральної сировини підвищується, а виробнича потужність підприємства залишається на сталому рівні, з'являється доцільність першочергового відпрацювання сировини, заскладованої в техногенних родовищах. Очевидно, що величина виробничої потужності техногенного родовища впливатиме на обсяги виймання корисних копалин з кар'єру і геометрію робочої зони кар'єру.

Було досліджено вплив виробничої потужності техногенного родовища на режим гірничих робіт при комплексному освоєнні надр в умовах ринкової економіки. Дослідження, виконані у розробленому програмному продукті, дозволили виявити вплив виробничої потужності техногенного родовища на міру покриття ринкового попиту гірничодобувним підприємством, що виражається коефіцієнтом комплексності.

Найбільшій інтенсивності зростання коефіцієнта комплексності можна спостерігати при збільшенні виробничої потужності техногенного родовища до 7 % від виробничої потужності гірничодобувного підприємства по гірничій масі. Подальше підвищення потужності техногенного родовища практично не призводить до збільшення коефіцієнту комплексності.

Отже, досліджено залежності режиму гірничих робіт від виробничої потужності техногенного родовища в умовах комплексного освоєння надр. Наслідком виявленого впливу стане й зміна інших головних параметрів відкритої розробки, що знаходяться у зв'язку з режимом гірничих робіт. Зокрема, це стосується величини виробничої потужності кар'єра і границь відкритої розробки, що може стати предметом подальших досліджень.

Список літератури

1. Офіційний сайт United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) [Режим доступу до статистичної бази даних]: <http://unctad.org/>
2. **Григор'єв Ю.І.** Дослідження впливу динаміки ціни товарної продукції на пріоритет видобування видів корисних копалин при комплексному освоєнні родовищ / М.М. Пижик, Ю.І. Григор'єв // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 34. – С. 266–270.
3. **Близнакова О.Ю.** Влияние режима горных работ и производительности карьера на экономическую эффективность разработки месторождения / О.Ю. Близнакова // Качество минерального сырья : сб. науч. тр. – Кривой Рог, 2014. – С. 118–125.
4. **Григор'єв Ю.І.** Аналіз теоретичних основ і методології оцінки сумісної комплексної розробки техногенних і геогенних родовищ / Ю.І. Григор'єв // Геотехнічна механіка : міжвідомчий зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 110. – С. 58–68.
5. **Шапарь А. Г., Краснопольский И. А., Копач П. И.** Ресурсосбережение в технологических процессах открытой разработки полезных ископаемых. – Киев: Наукова думка, 1992.
6. **Григор'єв Ю.І.** Підвищення ефективності проектних рішень щодо пошуку оптимального режиму гірничих робіт при сумісному комплексному відпрацюванні техногенних і геогенних родовищ / Ю.І. Григор'єв // Качество минерального сырья : сб. науч. тр. – Кривой Рог, 2014. – С. 529–536.
7. **Григорьев И.Е.** Исследование влияния цикличности цен минеральных ресурсов на определение рациональных решений при проектировании горнодобывающих предприятий / И.Е. Григорьев, А.А. Китов // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. пр. – 2014. – Вип. 37. – С. 294–299.10.
8. **В.Г. Близнаков.** Определение главных параметров карьера с учётом качества руды. - М.:Недра, 1978. – 151 с.
9. **Колесников Д.В.** Повышение извлечения железа за счёт переработки сырья техногенных месторождений Кривбасса / Колесников Д.В., Короленко М.К., Ступник Н.И., Удод Е.Г., Протасов В.П., Олейник Т.А. – Кривой Рог: Дионис, 2012. – 236 с.

Е.К. БАБЕЦ, канд. техн. наук, проф., НИГРИ ГВУЗ «КНУ»,
Б.И. РЫБАЛКО, канд. техн. наук, доц., НИГРИ ГВУЗ «КНУ».

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИС НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НАРУШЕННЫХ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД

В 2013-2015 гг. институт НИГРИ ДВНЗ «КНУ» выполнял ряд НИР «Разработка и внедрение *опытной* геоинформационной системы непрерывного дистанционного мониторинга геомеханического состояния массива горных пород в зонах влияния подземных пустот».

Непосредственно для горных пород Кривбасса обоснованы подлежащие контролю геомеханические явления, выполнена их классификация и систематизация, обоснованы измеряемые информативные физические величины. Всестороннее исследование свойств микросейсмической активности нарушенных массивов горных пород Кривбасса показали неприемлемость копирования известных, работающих в режиме промышленной эксплуатации ГИС, как например, на золото и алмазодобывающих шахтах ЮАР, угольных и медных шахтах Польши, медных шахтах Казахстана, дальневосточных бокситовых шахтах России и др. На основании выполненных многосторонних исследований разработано специализированное аппаратное обеспечение. В плане методического обеспечения, несмотря на активное участие и действенную помощь Института геофизика НАН Украины, также не оправдали надежды широкого использования опыта обслуживания сейсмостанций. Пришлось разрабатывать специальные алгоритмы обработки сигналов трехкоординатных измерительных зондов для малых расстояний, основными из которых является автоматическое определение координат и идентификация геомеханических явлений, пространственное динамическое моделирование напряженно-деформированного состояния массива, алгоритмы определения степени опасности/безопасности в соответствии с нормативными требованиями. Естественно под новые алгоритмы встал вопрос адаптации и разработки нового программного обеспечения.

В плане продолжения работ по обеспечению, как безопасности ведения горных работ, так и безопасности промышленных и прилегающих селитебных территорий, НИГРИ ДВНЗ «КНУ» рекомендует с 2016 г. внедрение специализированных ГИС в промышленную эксплуатацию. Разработан вариант «Технических требований к *промышленной* специализированной ГИС непрерывного микросейсмического мониторинга массива горных пород шахты». Основываясь на решениях, зафиксированных в протоколах совещаний при городском голове г. Кривого Рога, в протоколах Госгортехнадзора и протоколах утверждения годовых программ предприятий 2011-2015 гг., НИГРИ ДВНЗ «КНУ» обосновал и предложил в 2016 г. внедрение ГИС непрерывного мониторинга в первую очередь в карьерах и шахтах предприятий:

- ПАО "АрселорМиттал Кривой Рог". Шахта "Артем 1";
- ПАО "Кривбассжелезрудком". Шахта "Родина", шахты "Октябрьская" и "Большевик";
- ПАО «СВРАЗ Сухая Балка». Шахта им. Фрунзе, шахта "Юбилейная";
- ПАО "Центральный ГОК". Глееватский карьер, шахта им. Орджоникидзе;
- ПАО "Северный ГОК" Первомайский карьер, шахта "Первомайская-Дренажная".

Дополнение перечисленных специализированных ГИС предприятий двумя наземными сейсмостанциями и объединение в единую информационно-аналитическую систему позволит реализовать программу «ГИС Кривбасс».

Назначением ГИС непрерывного мониторинга массивов горных пород являются не столько функции ограничений на ведение горных работ с целью повышения безопасности, сколько функции получения дополнительной или уточняющей информации о текущем состоянии и поведении массивов в наиболее ответственных участках. Использование ГИС имеет двухсторонний (двунаправленный) эффект. Наличие текущей уточненной информации, в соответствии с нормативными документами, в одних случаях принесет прямую экономическую выгоду, в других случаях исключит аварии. Но оба результата положительные. Более широким трактованием результатов выполняемых работ является повышение комфортности проживания населения города, исключение (минимизация) возможных человеческих жертв и материальных убытков, связанных с возникновением катастроф техногенного и природного характера, а также повышения уровня оперативности и достоверности информирования органов государственного управления и органов местного самоуправления и общественности.

К сожалению, несмотря на многочисленные протокольные решения, работы по ГИС выполнялись только на шахте "Артем 1", ПАО "АрселорМиттал Кривой Рог"; Глееватском карьере, ПАО "Центральный ГОК" и на шахте им. Фрунзе, ПАО «СВРАЗ Сухая Балка».

С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет,
А.Н. КОСТЯНСКИЙ, канд. техн. наук, В.И. ЧЕПУРНОЙ, Б.Е. ЯЩЕНКО
НИГРИ ГВУЗ «КНУ

УСТАНОВЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОЭФФИЦИЕНТА ВСКРЫШИ, КАК ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ СЛЕДУЮЩЕЙ ОЧЕРЕДИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КАРЬЕРА

Для обоснования контуров открытых горных работ предложен показатель, позволяющий учитывать качество руды, а также рост транспортных затрат при углубке карьера.

Развитие открытого способа разработки полезных ископаемых зависит от эффективности использования минеральных ресурсов. В свою очередь эффективность использования природных ресурсов зависит от правильности и обоснованности проектных решений, что имеет большое значение, т.к. производительность современных железорудных карьеров может превышать 30 млн т/год.

Процесс разработки крутопадающих железорудных месторождений закономерно приводит к увеличению глубины карьера и росту объемов вскрышных пород, что неизбежно ухудшает экологическую обстановку и конкурентоспособность товарной продукции.

Проблема рациональной глубины открытых горных работ имеет большое практическое значение и требует обоснованных проектных решений, особенно для крупных железорудных карьеров, так как допущенные отклонения ухудшают технико-экономические показатели при добыче полезного ископаемого. Однако существуют специфические особенности сырьевой базы каждой рудной залежи.

Поэтому при обосновании глубины открытых работ целесообразно учитывать характеристики руд, которые в значительной мере определяют эффективность технологии процессов добычи, переработки: сортировки, дробления и обогащения на ГОКе.

При этом постоянное возрастание глубины открытых работ в сочетании с другими негативными факторами приводит к неизбежному увеличению себестоимости добываемой руды. Основной объем выемки горной массы на железорудных карьерах в ближайшие десятилетия будет производиться с глубоких горизонтов карьера, что, в конечном итоге, удорожает товарную продукцию.

После преобразований получим выражение, определяющее величину максимального коэффициента вскрыши, который для условий карьера ИнГОК равен, м³/т

$$n_{\text{э.}} = \frac{(\alpha_{\text{ф}} - \alpha_{\text{пр. min}}) \cdot [(C_{\text{к}} \cdot \gamma + \Delta Z_{\text{пр.}}) \cdot (1 - i) - n_{\text{м}} \cdot C_{\text{в}}] \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{о}}}{C_{\text{в}} \cdot [100 \cdot (1 - i) \cdot \gamma - (\alpha_{\text{ф}} - \alpha_{\text{пр. min}}) \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{о}}]} = 0,57$$

где $\alpha_{\text{ф}}$ - фактическое содержание магнитного железа в руде, %; $\alpha_{\text{пр. min}}$ - минимальное промышленное содержание железа в руде, %; $C_{\text{к}}$ - себестоимость товарной продукции (концентрата) горнодобывающего предприятия, грн./т; γ - выход концентрата из руды, доли ед.; $n_{\text{м}}$ - текущий коэффициент вскрыши за последний год работы карьера, м³/т; $C_{\text{в}}$ - себестоимость 1 м³ вскрышных пород, грн./т; $\Delta Z_{\text{пр.}}$ - увеличение транспортных затрат при углубке карьера, грн./т; i - налог на прибыль, доли ед.; $K_{\text{и}}$ - коэффициент извлечения железа из руды при обогащении, доли ед.; $K_{\text{о}}$ - коэффициент извлечения руды при добыче (с учетом потерь и разубоживание), доли ед.

Как видно из приведенного выражения на величину $n_{\text{э.}}$ оказывают влияние переменные $\alpha_{\text{ф.}}$, $\alpha_{\text{пр. min}}$ и $n_{\text{м}}$. В 2015 г. карьер ИнГОКа выдержал плановый коэффициент вскрыши 0,4 м³/т, а в 2016 г. его планируют увеличить до величины $n_{\text{м}} = 0,56$ м³/т [2]. Однако, при эксплуатации карьера текущий коэффициент вскрыши не должен превышать величину $n_{\text{э.}}$, т.е. $n_{\text{м}} \leq n_{\text{э.}}$. В данном случае для ИнГОКа условие безубыточности соблюдается т.к. $n_{\text{м}} = 0,56 \leq n_{\text{э.}} = 0,57$ м³/т. Таким образом, оценочный показатель, рассчитанный с помощью установленной зависимости подтверждает экономичность эксплуатации карьера ИнГОК. Совершенствование оценки долгосрочных периодов эксплуатации карьера позволит планировать очередную углубку с учетом качества руды и удорожания ее транспортирования.

ROMAN SLOBODYANYUK, post-graduate student
NADIYA HOLIVER, Ph D, language advisor
GVYZ "Kryvyi Rih National University"

SIMULATION MODELING OF SURFACE MINING TECHNOLOGICAL PROCESSES

Methods of simulation are brightly distinguished among the large number of scientific and technical solutions aimed at the optimization of the production. Simulation modeling is a technique, that can significantly improve the reliability and validity of design decisions for the development of open-pits transport schemes, as well as their mutual influence on the connected processes (excavation, waste dumping, etc.).

Generally, it is very difficult to evaluate objectively the impact of changes in the specific link of the production process on the performance of the transport complex or open-pit in general, with usage of accepted engineering approaches, because the most processes are characterized by considerable multi streaming (many transport flows) and diversity of the conditions.

Application of simulation modeling in the study of excavation & loading and transport processes in many cases, has allowed resolving the issues of:

Selection of an optimal number of dump trucks in excavator-automobile complex, that provides the most appropriate usage of the excavation & loading equipment with affordable transport performance.

Comparison with conventional engineering calculations and justification of reduction of their accuracy that accumulates proportionally to the diversification of the equipment's types and increasing of its amount in the complex.

Definition of the ratio of operating parameters of the technology available in the complex and justification of the possible selection of more effective analogue, choosing the necessary criterion of evaluation. For instance, a minimum costs for unproductive downtime).

Identification of a process' limiting places (bottlenecks) that do not allow possibility of increasing the complex' performance and clearness of their impact's degree in the report of the program (transport's queues near the loading equipment, places of unloading and areas of complex movement that are recorded using the queues' statistical operators).

Interactions of the excavator-automobile complex with related mining processes (analysis of cyclic-and-continuous technology's influence as a limiting factor of effective exploitation of open-pit's equipment by taking into account the maximum allowable volume, which the crusher can handle simultaneously).

Analysis of the complex intersection of the transportation routes with different characteristics (crossings of railway routes with the highway).

Unfortunately, nowadays, this simulation method is not widely used in the mining industry. The main reasons of this are: on the one hand, the low awareness of producers (managers in production) of the possibilities of this method, and, on the other hand, certain reluctance to make a real production statistics the subject of the study.

References

1. **Czaplicki, J.** (2008). Shovel-Truck Systems: Modelling, Analysis and Calculations. CRC Press
2. **Слободянюк Р. В.** Дослідження впливу параметрів технологічних автодоріг на продуктивність екскаваторно-автомобільного комплексу / **Роман Валерійович Слободянюк** // Вісник Житомирського державного технічного університету. – 2015. – №60. – С. 9–14.
3. **Tan, Y., Miwa, K., Chinbat, U. and Takakuwa, S.** (2012). Operations modeling and analysis of open pit copper mining. Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC).
4. **Слободянюк Р. В.** Вплив відстані транспортування на оптимальну структуру екскаваторно-автомобільного комплексу кар'єру/ **Роман Валерійович Слободянюк**. // Вісник Національного технічного університету «КПІ». – 2015. – №28. – С. 100–105.
5. **Литвинов С.В.** Обоснование рациональных схем пересечения автомобильных и железных дорог карьеров: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Кривой Рог, 1990. – 19 с.

ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЗОРВАННОЙ РУДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПЕРЕДЕЛА

Одним из важнейших направлений совершенствования уступной отбойки горных пород является управление гранулометрическим составом взорванной горной массы с целью обеспечения наилучших условий для горно-обогажительного передела. При этом внимание следует уделить как совершенствованию взрывной рудоподготовки, так и определению передаточной функции дробилки крупного дробления. На долю дробилок крупного дробления приходится от 40 до 60 % капитальных затрат и до 50 % эксплуатационных расходов по циклу обогащения.

Характерной особенностью современной рудоподготовки является стремление к получению не только необходимой крупности добываемых руд, но и их грансостава для дальнейшей переработки в дробилках и мельницах. Сущность процесса дробления в конусной дробилке сводится к следующему: при эксцентричном вращении внутреннего конуса в момент приближения его к неподвижному внешнему конусу, он с большой силой сжимает (заклинившиеся между конусами в момент удаления поверхностей конусов) куски, в результате чего они разрушаются. Между конусами имеется постоянно открытая щель минимальной ширины L_{\min} (в момент сближения конусов) и максимальной ширины L_{\max} - в момент удаления поверхностей конусов. Очевидно, что куски, размеры которых меньше L_{\min} , проходят через дробилку без изменений, вернее, почти без изменений. Фактически дроблению подвергаются куски размером более L_{\min} ($+L_{\min}$).

В дробилке ККД 1500/180 подвергаются дроблению фракции $+400$ мм (γ_{+400}). Фракции -400 мм (γ_{-400}) проходят сквозь дробилку без изменения. В первом приближении передаточная функция дробилки в общем виде будет описана следующим уравнением $\gamma_{+400} + \gamma_{-400} = \gamma'_{-400}$, где γ'_{-400} - выход фракций после дробилки. Для определения выхода мелких тел, «гали» и мелочи (3 класса крупности) разработана более сложная модель функции. Передаточная функция дробилки позволяет по исходному гранулометрическому составу взорванной горной массы дифференцированно рассчитать выход трех классов крупности после дробилки. Для выполнения этого расчета необходимо экспериментально определить вероятности образования классов в ходе механического дробления. С приближением размеров крупных кусков в исходной руде к размерам щели дробилки увеличивается вероятность их перехода в мелющие тела и уменьшается вероятность перехода в «галю» и мелочь. Другими словами, чтобы снизить выход промежуточных тел, необходимо уменьшать выход крупных классов во взорванной массе. Такая зависимость возможна, если предположить, что куски руды не сразу раскалываются на части, а от них понемногу откалываются небольшие куски. Для оценки фактических значений вероятностей перехода для дробилки ККД 1500/180 были проведены промышленные эксперименты на Анновском карьере СЕВГОКа по рудам, аналогичным по прочности окисленным железистым кварцитам ИНГОКа. С этой целью измерен гранулометрический состав в четырех рудных забоях, работающих на перегрузочный узел с дробилкой ККД 1500/180. Затем, в течение нескольких смен, проводится замер грансостава в кузовах автосамосвалов в момент высыпания в дробилку. При этом синхронно проводилось фотографирование руды на питателе конвейера-подъемника. Измерения произведены в объеме 110 самосвалов, при этом перегрузочный узел принял около 4 тыс. т руды.

Результаты эксперимента показывают, что при погрузке в самосвалы грансостав взорванной массы почти не изменяется. Выход класса $+100$ мм на конвейерной ленте составил в среднем 35,8%, что почти в точности соответствует выходу класса $-400 \div +100$ мм во взорванной и отгруженной руде. Установлено, что «генератором» мелющих тел во взорванной руде Анновского карьера является, в основном, класс $-400 \div +100$ мм. Куски горной массы крупнее 400 мм дробилкой перерабатываются в основном в класс -100 мм, причем в равной мере в «галю» и мелочь. Первоочередной задачей буровзрывных работ является уменьшение выхода класса $+400$ мм во взорванной руде. Для повышения производительности процесса самоизмельчения необходимо снизить выход класса $+400$ мм во взорванной горной массе с одновременным доведением выхода класса $-400 \div +100$ мм до уровня 30 - 35%.

В. К. СЛОБОДЯНЮК, И.И. МАКСИМОВ, кандидаты. техн. наук, доц.
Криворожский национальный университет

ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ ВСКРЫТИЯ НА ГЛАВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАРЬЕРА

Объем горной массы, подлежащей выемке в ходе отработки карьера, определяется параметрами месторождения, физико-механическими свойствами вмещающих пород, а также параметрами схемы вскрытия карьера. При прочих равных условиях уменьшить объем горной массы в контурах карьера возможно за счет оптимизации конструктивных параметров схемы вскрытия. Геометрия карьерного пространства и конструктивные особенности системы вскрывающих выработок определяются формой отрабатываемого месторождения и имеют индивидуальные черты в каждом конкретном случае. Однако, возможно, проанализировав частные случаи, установить универсальные зависимости, связывающие форму трассы, объем горно-капитальных работ и объем горной массы в контурах карьера, которые помогут избежать ряда ошибок при проектировании новых и реконструкции действующих карьеров. Ряд аспектов проблемы вскрытия крутопадающих месторождений, проявившихся при переходе к отработке глубоких горизонтов, в теории открытой разработки не нашли должного отражения.

В работе [1] исследованы особенности проведения трассы спиральной формы в коническом карьере. Установлены формулы трассы и объема горно-капитальных работ, исследованы основные зависимости объема горно-капитальных работ от главных параметров карьера и схемы вскрытия. В практике открытых горных работ существует небольшое число карьеров, форму которых возможно аппроксимировать усеченным конусом. В работе [2] доказана справедливость установленных закономерностей [1] для карьеров более сложной формы (карьер пирамидальной формы).

Проведение в глубоких карьерах трассы сложной формы приводит к значительному разному бортов карьера и увеличению их размеров по дневной поверхности. В случае существования ограничений на расширение верхнего контура карьера, трасса сложной формы развивается во внутреннюю часть карьера, уменьшая ранее установленные размеры дна карьера и его глубину. Таким образом, при решении задачи реконструкции системы вскрывающих выработок возможно выделить два крайних случая. Первый случай связан с расширением границ карьера по дневной поверхности. Исследованиями было установлено, что при глубине карьера 300-500м и размере его дна 150-200м, объем вскрыши, связанный с размещением на борту карьера трассы сложной формы в 1,5-2,5 больше, чем для трассы простой формы аналогичной длины. Второй случай связан с невозможностью увеличения границ карьера по дневной поверхности. Переход на использование автосамосвалов, требующих увеличения ширины транспортной бермы, приводит к уменьшению глубины карьера на 10-20% и недоработке балансовых запасов. Для обоих случаев уменьшить влияние указанных негативных факторов можно за счет обоснования рациональных зон использования по глубине автосамосвалов различной грузоподъемности.

Для основных условий исследовано влияния параметров схемы вскрытия на конечную глубину карьера, установлены аналитические зависимости конечной глубины карьера от параметров схемы вскрытия; определены зоны рационального использования автосамосвалов различной грузоподъемности.

Список литературы

1. Вилкул Ю.Г., Слободянюк В.К., Максимов И.И. Теоретические основы определения объемов горно-капитальных работ при вскрытии глубоких карьеров трассами спиральной формы // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2007. — №7. — С.17-23.
2. Вилкул Ю.Г., Слободянюк В.К., Максимов И.И. Установление основных закономерностей изменения относительного объема горно-капитальных работ на примере пирамидальной модели карьера // Вісник Криворізького технічного університету. — Кривий Ріг. — 2008. - № 21. — С. 8-11
3. Вилкул Ю.Г., Слободянюк В.К., Максимов И.И. Моделирование влияния схемы вскрытия на предельную глубину карьера // "Труды Всероссийской научной конференции с международным участием "Компьютерные технологии при проектировании и планировании горных работ" Апатиты /Мурманская область/Россия/23-26 сентября 2008 г."

ФОРМУВАННЯ ПОСТІЙНИХ БОРТІВ КАР'ЕРУ ГОРИШНЕ-ПЛАВНИНСЬКОГО РОДОВИЩА ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ

Аналіз геологічних особливостей родовища показує, що основна його частина з позиції забезпечення стійкості є відносно простою. Зокрема, залягання шарів порід – круте, пологопадаючих поверхонь в кар'єрі не спостерігається. Вертикальні укоси на уступах чергуються з горизонтальними конструктивними площадками, призначеними для виположування високого уступу і забезпечення безпеки робіт у період його формування. Після закінчення робіт з формування високого неробочого уступу формується запобіжна берма.

При формуванні неробочих і тимчасово неробочих уступів буропідривні роботи в приконтурних зонах виконуються таким чином, щоб горизонтальна відстань між контурними рядами свердловин на суміжних по вертикалі уступах забезпечувало необхідний кут укосу.

При веденні гірничих робіт біля тимчасово неробочих контурів кар'єру необхідно виділяти приконтурну зону. Зазвичай її встановлюють за результатами маркшейдерських інструментальних спостережень як зону залишкових деформацій. Для умов кар'єру Полтавського ГЗК потужність цієї зони орієнтовно можна прийняти 30 м.

При відпрацьовуванні приконтурної зони пропонується застосовувати попереднє щілеутворення. З цією метою в площині укосу під проектним кутом буриться ряд зближених свердловин. У свердловинах розміщається заряд спеціальної конструкції. Кількість рядів свердловин не повинна перевищувати п'яти. Відстань між рядами свердловин, відстань між свердловинами в ряду, величина питомої витрати ВР приймається у відповідності до розрахунків. Схема комутації свердловинних зарядів - діагональна. Найпоширеніший кут нахилу діагоналі до площини укосу - 45°. Підривання свердловинних зарядів - короткоуповільнене з інтервалом сповільнення 17-25 мс. Контурна щілина повинна випереджати по фронту підриваємий блок не менше, ніж на 30 м [1].

Для зменшення впливу вибуху на законтурний масив перебур свердловин приймається диференційованим. В контурному ряді він зменшений на 50%, в наступному ряді – збільшений на 50%, потім – знову зменшений, і в першому ряді – збільшений. У породах малої і середньої міцності при вибухах у приконтурній зоні в надберменій частині нижче розташованого уступу необхідно зменшити на 50-60% перебур свердловин.

У пропонованій технології в свердловинах контурного ряду гірлянди з тротилових шашок на нитці детонуючого шнура пропонується замінити зменшеним зарядом промислової вибухової речовини, розосередженої повітряним проміжком [2]. Величина заряду залежить від типу розроблюваних порід, висоти розроблюваного уступу, відстані між свердловинами в контурному ряді. Наявність повітряних проміжків дозволяє розосередити заряд по довжині свердловин і тим самим значно запобігти порушенню законтурного масиву. Для забезпечення взаємодії зарядів суміжних свердловин контурного ряду й утворення екранної щілини, відстань між свердловинами повинна становити не більше 2-3 м.

При наближенні підривних робіт до борта кар'єру необхідно обмежувати величину заряду, що підривається. На основі виконаних дослідних вибухів встановлено, що припустима маса заряду в групі не повинна перевищувати 2 т. При природному заповненні повітряного проміжку водою, підривання верхнього і нижнього зарядів створює гідроудар, що забезпечує утворення в контурному ряді екрануючої щілини. При проведенні вибухових робіт необхідно підбирати величину і глибину розміщення заряду, що забезпечують створення кута укосу обвалення, який рівний куту шаруватості масиву.

Список літератури

1. **Боровиков В. А.** Некоторые теоретические аспекты предварительного целеобразования / **В. А. Боровиков** // – Физические процессы горного производства Л.: ЛГИ, В.2, 1975, с.69-73.
2. Пат. 6916 України, МПК F42D 1/02. Кумулятивний замикаючий пристрій / **В.Т. Щегінін, Г.В. Славко, Л.Д. Воробйова та ін.** (Україна); Заявлено 04.01.05; Опубл. 16.05.05. – Бюл. № 5. – 3 с.

В.В. КОРОБІЙЧУК, канд. техн. наук, доц., М.І. ПАВЛЕНКО, студент
Житомирський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ УТВОРЕННЯ ВТРАТ ПРИ ВИДОБУВАННІ БЛОЧНОГО КАМЕНЮ КАНАТОПИЛЬНИМ СПОСОБОМ

За обсягами запасів декоративного каменю Україна посідає провідне місце в світі. На її території нараховується близько трьохсот родовищ та проявів декоративного каменю, з яких половина розроблюється. Маючи великий ресурсний потенціал декоративного каменю, Україна за обсягами видобування блоків, виготовлення кам'яної продукції та її експорту займає останні місця. Вітчизняна каменеобробна галузь за своїми темпами розвитку випереджає темпи зростання каменедобувної, а відповідно відчуває значний дефіцит у блоках каменю. До причин, які зумовлюють погіршення властивостей каменю та його втрат належать: використання при підготовці блоків до виймання недосконалих способів руйнування порід; недостатнє врахування особливостей будови масиву та їхнього впливу на якість блоків при їх видобуванні; недосконалість чинних стандартів на блоки; недосконалі технічні й технологічні розробки комплексності використання сировини.

Розробка ефективних технологій видобування блоків є можливою на основі ретельного вивчення структур покладів каменю, формування раціональних технологічних комплексів і на обґрунтуванні параметрів систем розробки. Для розв'язання поставленої задачі потрібним стає широкий комплексний підхід у питаннях теоретичних і методичних розробок щодо вивчення структур і геометризації покладів каменю, виявлення закономірностей утворення і розвитку кількісних і якісних втрат при видобуванні каменю, наукових розробок з вдосконалення видобувних і переробних технологічних комплексів і забезпечення комплексного підходу щодо використання мінеральної декоративної сировини.

Мета даної роботи полягає у визначенні втрат облицювального каменю при видобуванні канатопильним способом та розробці рекомендацій щодо їх зменшення на основі встановлення закономірностей їх формування з урахуванням геометричних розмірів монолітів, напряму та розташування фронту гірничих робіт.

Вихід блоків з моноліту і втрати каменю при видобуванні залежать від природних факторів і технології видобування. Якщо природні фактори можна лише врахувати і використовувати при виборі технологічних способів і процесів видобування, то технологія видобування перебуває в режимі керування. Процес відокремлення моноліту від масиву здебільшого супроводжується виникненням кількісних втрат сировини. Якісні втрати при застосуванні алмазно-канатних пил майже відсутні. Кількісні втрати в свою чергу обумовлюються наступними факторами:

- гірничо-геологічними умовами родовища (кількістю площин оголення моноліту);
- розмірами моноліту, що вилучається (площею пропили);
- технологічними параметрами бурового обладнання, яке використовується (абсолютним діаметром бура);
- товщиною алмазного канату.

В результаті проведеного дослідження було встановлено:

При видобуванні блоків декоративного каменю якісно-кількісні втрати каменю формуються при всіх виробничих кар'єрних процесах, але найбільше вони утворюються при підготовці каменю до виймання;

Збільшення виходу блоків з видобутої корисної копалини, підвищення їх якості і зниження втрат блочного каменю при видобуванні реалізується впровадженням в практику розроблених в науковій роботі на основі результатів досліджень геометричних розмірів покладів науково-обґрунтованих рекомендацій формування ефективних видобувних комплексів, першочергово дослідженням характеру виникнення кількісних втрат каменю при алмазно-канатному різанні і встановленням оптимальної довжини моноліту;

Встановлена оптимальна довжина моноліту, яка коливається в межах від 7,5 до 10 м, при цьому ширина робочої площадки зменшиться від 2,7 до 1,8 м при її довжині $L = 100$ м.

С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук., проф., С.А. ФЕДОРЕНКО, ст. преподаватель,
Ю.Н. КУЩИЙ, магистр, Криворожский национальный университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БОРТОВ КАРЬЕРОВ С УЧЕТОМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЗАТРАТ

Реально решать проблемы быстро возрастающих затрат на транспортирование горной массы карьеров можно путем повышения углов откосов их бортов. Добиться этого можно либо повышением высоты уступов, либо сужением транспортных берм. Вместе с тем, современные карьерные автосамосвалы ведущих фирм (BELL, CATERPILLAR, CRISS, DART, EUKLI, HAULD PARK, KOMATSU, WABCO, VICON MARIO, TEREX и др.) имеют большие габариты и, соответственно, требуют расширения транспортных берм, что прямо противоречит этому.

Угол наклона рабочего борта β является одним из основных факторов, определяющих режим горных работ. При сплошном подвигании фронта работ его можно определить из условия: $\arctg\beta = h/(B_p + h \operatorname{ctg}\alpha)$, где h - высота уступа; $B_p = B_{\min} + vt$; B_p , B_{\min} - текущая и минимальная ширина рабочей площадки; v - скорость подвигания фронта работ; t - норматив обеспеченности готовой к выемке горной массой; α - угол откоса уступа. Учитывая, что $v = h_i (\operatorname{ctg}\beta \pm \operatorname{ctg}\gamma)$ (здесь h_i - скорость понижения горных работ, γ - угол между вектором углубки и вертикалью), формула примет вид: $\arctg\beta = [h - h_i t (1 \pm \operatorname{ctg}\gamma)] / (B_{\min} + h \operatorname{ctg}\alpha)$. h_i определяется производительностью карьера, норматив t - нормами проектирования, угол α - свойствами пород. Поэтому управляющими факторами являются только h и B_{\min} . Эту взаимосвязь можно выразить как $B_{\min} = nh$ ($n = b_p/h$, где b_p - ширина развала). С увеличением h угол β увеличивается незначительно, так как увеличение h ведет к увеличению b_p и B_{\min} . В наиболее типичных условиях изменение h с 15 до 25 м вызывает увеличение угла β на 1,0-1,5°, или на 7-8 %. Значительно в большей степени на этот угол влияет b_p : уменьшение ее с $3h$ до $2h$ увеличивает угол на 5,5-6,0°, или на 40-42 %.

При автотранспорте отработка уступов ведется, как правило, с временной консервацией бортов и отдельных уступов и их поочередным подвиганием. Угол β в этих условиях определяется как $\arctg\beta = h/[h \operatorname{ctg}\alpha + B_p D_p + B_{\text{вн}}(1 - D_p)]$, где D_p - удельная длина рабочего фронта работ. Минимально необходимая удельная длина рабочего фронта $D_p = h_i(B_{\text{вн}} + h \operatorname{ctg}\alpha)hl/[Qh - h_i(B_{\min}hl + B_{\text{вн}}lh)]$, где B_p - ширина рабочей площадки; $B_p = B_{\min} + Q/lh$; Q - производительность экскаватора; l - длина выемочного блока; $B_{\text{вн}}$ - ширина временно нерабочей площадки. К управляющим факторам относятся h , B_p , $B_{\text{вн}}$, l , Q . $B_{\text{вн}}$ коррелируется с грузоподъемностью автосамосвала, а она - с производительностью экскаватора. Влияние различных факторов на угол β во многом зависит от сопутствующих условий. Наибольшее влияние на него оказывают h и $B_{\text{вн}}$. При этом, чем меньше l , тем существеннее влияние h на β . Так, при $l = 300$ м β при увеличении h с 15 до 25 м изменяется на 5-7°, или 16-38 %; при $l = 700$ м - на 3,5-5°, или 11-26%. В свою очередь, влияние $B_{\text{вн}}$ зависит от h и l . Чем меньше h , тем больше влияние $B_{\text{вн}}$. Так, при $h = 15$ м изменение ширины с 30 до 10 м ведет к изменению угла на 11-14° или 60-72 %, при $h = 25$ м - на 9-13°, или 40-52 %. При этом меньшие значения соответствуют $l = 700$ м, большие - $l = 300$ м. Уменьшение B_{\min} с $3h$ до $2h$ ведет к увеличению β на 0,8-4,5° (до 19%). Уменьшение l с 700 до 300 м ведет к увеличению β на 0-3° или 0-10 %. Существенное влияние на β Q , оно также зависит от h . При $h = 15$ м увеличение производительности экскаватора на 100% ведет к увеличению β в среднем на 0,7°, или 4 %, при $h = 25$ м - на 3,9°, или 19 %.

Изменение β ведет к изменению календарного плана вскрышных работ и перераспределению затрат по годам. Отнесение затрат на более поздние периоды дает экономии средств, численно выражаемую через дисконтированные или интегральные затраты, определяемые по

формуле $Z = \sum_{t=1}^T Z_t / (1 + E)^t$, где Z_t - затраты, осуществляемые на t -м шаге расчета; T - горизонт расчета (равный величине оцениваемого периода); E - норма дисконта.

С увеличением h и Q происходит снижение интегральных затрат, с увеличением l , $B_{\text{вн}}$ и B_{\min} - их увеличение. При этом наибольшее влияние на их величину оказывают размеры временно нерабочей площадки и высота уступа. Влияние остальных трех факторов - практически одинаково, но совместно они могут значительно влиять на эффективность разработки.

Б.Р. ПЕТРАЧКОВ, О.С. ВАСИЛЬЧУК, студенти,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН З РІДКИМ АКТИВНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

Чисельні теоретичні й експериментальні дослідження, досвід відбійки порід на кар'єрах, дозволяють зробити висновок, що об'єм зруйнованої гірничої маси залежить в основному від запасу енергії вибухових речовин (ВР) в зарядній порожнині [1]. Тому регулювання концентрації енергії дозволяє встановлювати оптимальні параметри вибухової відбійки та покращити ступінь дроблення гірничої маси.

Суттєвого підвищення об'ємної концентрації енергії можна досягти, заповнивши повітряний міжгранульний простір порошкоподібним наповнювачем. Також об'ємна концентрація енергії вибуху може регулюватися заповненням міжгранульних порожнин інертними або активними рідкими наповнювачами. Найчастіше в якості інертного наповнювача ВР застосовуються вода, водні розчини неорганічних солей, наприклад, бішофіт, в якості активного наповнювача - водні розчини окислювача.

Аналіз досліджень щодо застосування рідких добавок з метою регулювання об'ємної щільності заряду ВР свідчить, що при певному позитивному технічному ефекті вони мають певні недоліки, пов'язані з порушенням кисневого балансу промислових ВР, підвищеною питомою витратою ВР, технологічною складністю їх виготовлення і застосування.

Перспективність ВР з наповнювачем може бути підвищена розробкою невибухових активних рідких водних розчинів, що складаються з окиснювача, пального і технологічних добавок і не володіють властивостями розчинника. Вони можуть зробити певний енергетичний внесок і, крім того, підвищують ущільненість ВР. Такий склад було розроблено ЗАТ «Техновибух» і він має назву – компонент рідкий ущільнючий (КРУ), що представляє собою насичений водний розчин солей азотної кислоти, рідкого пального, згущувача і стабілізатора складу.

Випробування КРУ у складі різних ВР показали істотне підвищення вибухових характеристик і водостійкості найпростіших аміачно-селітрених ВР.

Основною перевагою наповнених розчином вибухових сумішей є можливість регулювання щільності і внаслідок цього концентрації енергії в одиниці об'єму зарядної порожнини. Для визначення оптимального вмісту КРУ, що дає максимальний вииграш в об'ємній енергії, були проведені експериментальні дослідження. Експерименти проводили з ВР полімікс ГР 1/8, розробленою також ЗАТ «Техновибух» [2].

Проведені експерименти показали, що найбільше заповнення суміші спостерігається при вмісті 35% по масі рідкої фази. Також експерименти показують, що при цьому забезпечується водостійкість ВР.

Вибухові характеристики ВР з КРУ оцінювалися по повноті детонації заряду. Про повноту детонації зарядів судили по наявності і глибині прогину пластини на місці установки зарядів і по відсутності залишків ВР після вибуху.

За результатами проведених досліджень вибухових властивостей ВР встановлено, що застосування КРУ у складі ВР дає значний енергетичний вииграш в порівнянні з сипучими ВР без КРУ і при повному заповненні пор забезпечує їх водостійкість [3].

Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що застосування КРУ в складі ВР дозволяє регулювати їх щільність, енергетичні характеристики та підвищити водостійкість рукавних зарядів.

Список літератури

1. Сторчак С. О. Виготовлення і застосування емульсійних вибухових речовин на кар'єрах / С. О. Сторчак, М. В. Кривцов, В. А. Поплавський // К., Експоната, 2004. – 95 с.
2. Прокопенко В. С. Разрушение твердых горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ в рукавах / В. С. Прокопенко, К. В. Лотоус // – К.: «Техновзрыв». – 2003. – 82 с.
3. Прокопенко В. С. Влияние жидких добавок холодного приготовления на свойства промышленных взрывчатых веществ / В. С. Прокопенко, К. В. Лотоус // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 36. наук. праць. – К: НТУУ «КПІ». – 2004. – Вип. 10. – С. 54–59.

А.О. КРИВОРУЧКО, С.С. ІСЬКОВ, кандидати техн. наук, доц.,
Г.М. ЛОМАКОВ, інженер, Житомирський державний технологічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО НАПРЯМУ ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО ПРИРОДНОЇ ТРІЩИНУВАТОСТІ МАСИВУ

Видобування природного лицювального каменю та виготовлення з нього продукції за своєю технікою, технологією, обладнанням та організацією виробництва суттєво відрізняються від видобування та переробки інших корисних копалин і по своїй суті представляє поєднання гірничого мистецтва та інженерії, що потребує великих і глибоких знань гірничої справи, геології, гомології, маркшейдерії та інших гірничих наук.

В науково-технічній літературі недостатньо досліджено вплив фізико-механічних та структурних властивостей масиву природного каменю на продуктивність технологічних комплексів підготовки монолітів до виймання. Не узагальнено оцінку взаємозв'язків між цими показниками та ефективністю технологічних комплексів видобування каменю. Не наводяться критерії вибору оптимальних режимів роботи видобувного обладнання і параметри обладнання з підготовки монолітів до виймання. Не розроблено рекомендацій щодо визначення оптимальних режимів роботи обладнання на конкретному родовищі при видобуванні конкретної породи. Не наведено методик комплексної оцінки родовищ для визначення технології гірничих робіт.

Мета даної роботи – дослідження і визначення оптимальних параметрів гірничих робіт по відношенню до природної тріщинуватості. Ідея роботи полягає у математичній обробці цифрових даних елементів залягання габроїдних порід за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій та визначенні просторових закономірностей для інтенсифікації видобувних робіт.

Визначення найкращого напрямку гірничих робіт є можливим лише для певної технологічної зони, оскільки кар'єр розроблюється у різних напрямках і у кожному з них має свої специфічні особливості.

Для Бистріївського кар'єру було виділено 2 такі технологічні зони. Ці ділянки розроблюються ефективно, створюючи уступи правильної форми на відміну від Західної, де невміло застосовують буропідривної технологію. Для цієї ділянки у найближчій перспективі дослідження не матимуть практичного значення.

На вибраних ділянках були візуально визначені тріщини та розломи, що впливають на блочність каменю. Потім вони були внесені до цифрової моделі кар'єру окремими полілініями. Так як координати тріщин були невідомими, їх визначили за допомогою вимірювання відстаней від характерних точок з відомими координатами.

Задання параметрів для пошуку оптимального напрямку гірничих робіт відносно існуючої системи тріщинуватості та обчислення основних параметрів видобувного контуру кар'єру здійснювався в програмному середовищі GEOL_DH, а саме – її модуль GEOL_QUA.

Спочатку виконується нарізка блоків у контурі та розрахунок фактору вигоди й інших параметрів по заданих розмірах блоку. Далі розрахунок повторюється щораз із новими розмірами блоку, які збільшуються на певну величину (по довжині й/або ширині), обрану зі списку. Максимальна кількість ітерацій по кожному з розмірів також вибирається зі списку. У загальному випадку розраховується кожен розмір по довжині з кожним розміром по ширині й навпаки. Для відомості в діалогове вікно виводяться фінальні розміри блоку й кута повороту, а також загальне число ітерацій, за яким користувач може приблизно оцінити час, необхідний для обчислень. По закінченні підбору, в текстове вікно виводяться результати розрахунку по кожній ітерації. Необхідні дані можна записати.

Дослідження показують, що при комплексному аналізі масиву, фактор вигоди (відношення площі блоків 1-го класу до загальної площі обраного або теоретичного контуру) не має прямої залежності від напрямку розвитку гірничих робіт стосовно природної тріщинуватості, а виражається ламаною кривою, причому для кожного контура – різною. Це пояснюється тим, що при формуванні блочності масиву приймають участь, як основні, так і другорядні системи тріщин, питома густина та просторове положення яких також обмежують розміри блоків і можуть дещо змінюватись у різних ділянках покладу.

СИСТЕМНІ ПРИНЦИПИ УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНО-КОНВЕЄРНИХ КОМПЛЕКСІВ КАР'ЄРІВ

Найбільш ефективними методами транспортування гірничої маси в глибоких кар'єрах є циклічно-потоківі технології (ЦПТ). Для забезпечення необхідного гранулометричного складу гірничої маси її розвантажують у дробильно-перевантажувальну установку, попередньо розділяючи фракції породи на колосникових грохотах, після чого спрямовують на конвеєрні лінії. На кар'єрах високої продуктивності використовують схеми з пересувними дробильно-перевантажувальними установками і коротким плечем відкатки самоскидів, а на кар'єрах середньої та малої продуктивності – схеми з самохідними установками.

Обґрунтування раціональних параметрів експлуатаційної надійності автомобільно-конвеєрного транспортного комплексу глибоких кар'єрів при різних комбінаціях технологічного обладнання є важливою науково-практичною задачею, рішення якої потребує врахування взаємодії складових елементів системи, оскільки між поточною та циклічною ланками існує функціональний зв'язок. Основними факторами, що визначають ефективність взаємодії складових елементів у системі ЦПТ, є їх надійність та рівномірність функціонування комплексу. Метою роботи є структурний синтез автомобільно-конвеєрного комплексу кар'єру. Загальноприйнятою характеристикою надійності системи з паралельним з'єднанням технологічних елементів автомобільно-конвеєрного транспортного комплексу є коефіцієнт готовності, який визначає ймовірність того, що об'єкт виявиться працездатним у прогнозований момент часу, тобто він не буде знаходитись у цей час у позаплановому ремонті.

Робота кар'єрного автотранспорту є нерівномірною в часі. Простої самоскидів найчастіше обумовлені випадковими відмовами. У свою чергу конвеєри є досить надійними машинами. Втрати продуктивності конвеєрів та конвеєрних ліній найчастіше обумовлені їх простоями внаслідок обриву стрічки, несправностей механічного та електричного обладнання конвеєра та неритмічною роботою суміжних технологічних ланок. Для узгодженості роботи підсистем і пом'якшення взаємозв'язку між елементами комплексу ЦПТ в систему між її ланками вводять акумуляуючі бункери або перевантажувальні склади. Технологічний об'єм міжланкових бункерів розраховують з умов компенсації нерівномірності прибуття самоскидів на розвантаження.

Світовий досвід гірничих робіт у глибоких кар'єрах показує, що надійність та ритмічність функціонування суміжних ланок транспортного комплексу забезпечують ефективну роботу систем комбінованого транспорту при збільшенні жорсткості взаємозв'язків між елементами.

Синтез автомобільно-конвеєрного комплексу полягає у вирішенні системи задач оптимального вибору всіх його елементів, яку поділяють на дві групи: вибір структури комплексу, тобто структурний синтез, та вибір значень параметрів елементів даного комплексу, тобто параметричний синтез. Оскільки комплекс є складною транспортною системою, то його синтез постає задачею багатокритеріального вибору множини об'єктів.

Структура системи автомобільно-конвеєрного транспортного комплексу утворюється сукупністю її окремих елементів та зв'язками між ними. Задачею структурного синтезу такого комплексу є вибір об'єктів, які повністю відповідають критеріям забезпечення надійності та рівномірності його роботи. Узгодженню підлягають як експлуатаційні параметри (продуктивність, ємність приймальних та транспортуючих пристроїв, тощо), які впливають на ритмічну роботу комплексу, так і параметри надійності. Транспортна задача у цьому випадку формулюється так: перевезення заданого об'єму гірничої маси з пунктів відправлення (забоїв) до пунктів отримання (дробильно-збагачувальні комплекси) з мінімальними витратами; виконання її досягається узгодженістю сполучених параметрів дискретної (циклічної) та безперервної (поточної) підсистем єдиної транспортної системи ЦПТ.

З використанням блочно-ієрархічного підходу комплекс ЦПТ стає сполученням трьох ланок: автотранспортної системи; системи подрібнення та перевантаження гірничої маси; конвеєрної системи. Виконаний структурний синтез комплексу ЦПТ кар'єру дозволяє здійснити параметричний аналіз, який допоможе узгодити сполучені параметри підсистем.

**УЗГОДЖЕННЯ ДІЇ ПОЛІЧАСТОТНОГО ВІБРОЗБУДНИКА З ВІБРАЦІЯМИ
ВІД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЩОДО БЕТОНУВАННЯ В КАР'ЄРАХ**

Об'єкти глибоких кар'єрів піддаються постійному впливу динамічних навантажень високої інтенсивності, що висуває підвищені вимоги до міцності їх елементів, і в той же час створює несприятливі умови щодо укладання бетонної суміші та набору нею міцності. За цих умов автори висунули ідею узгодження власних коливань бетоно ущільнюючих полічастотних вібраторів з «фоновими» вібраціями від дробарного й іншого обладнання для якісного бетонування.

Вібраційні машини й процеси широко використовуються для готування й ущільнення сумішей, ущільнення ґрунту дорожніх основ і покриттів, формування бетонних і залізобетонних виробів та інших технологічних операцій. Вібрація сприяє інтенсифікації технологічних процесів і підвищенню якості робіт, а деякі технологічні процеси можуть бути здійснені тільки на основі використання вібраційних впливів. Полічастотні способи формування залізобетонних виробів з твердих бетонних сумішей забезпечують значне збільшення міцності виробів і зниження витрат цементу на 10-15% і енергії на 40-50% при термовологісній обробці.

Ущільнення цементобетонних сумішей вібраційним впливом пов'язане з їхнім переходом у стан підвищеної плинності, у результаті чого з них вилучається частина повітря й відбувається більш компактне укладання заповнювача. Ефект підвищеної плинності цементобетонних сумішей при накладенні вібрації можна пояснити наступним. У приготовленій цементобетонній суміші, що представляє собою складну багатокомпонентну полідисперсну систему, вода займає значний обсяг. З нього 4-7 % перебуває у фізико-хімічному, а 93-95 % — у фізико-механічному зв'язку (вільна вода) із цементом і заповнювачем. Вільна вода втримується на поверхні часток капілярними силами (силами поверхневого натягу).

У твердих сумішах вміст вільної води є меншим, ніж у рухливих. Поряд зі збільшенням рухливості сумішей, що ущільнюються, зростають інерційні сили, що діють на водні плівки, які покривають поверхню часток. Коли інерційні сили перевищують сили поверхневого натягу, частина вільної води відділяється від плівок і заповнює міжзерновий простір, виконуючи при цьому роль змащення між частками й забезпечуючи кращу передачу вібраційних впливів від однієї частки до іншої. Чим більше вільної води перебуває в міжзерновому просторі, тим ефективнішим стає процес ущільнення. Для руйнування водних плівок і виділення вільної води в міжзерновий простір у твердих цементобетонних сумішах потрібні інтенсивні вібраційні впливи, здатні розвинути в суміші інерційні сили, що перевищують сили поверхневого натягу тонких плівок.

Для інтенсифікації процесу ущільнення необхідно в цементобетонній суміші створити під дією вібраційного збурювання більшу відносну рухливість часток відповідним динамічним тиском. Під дією підвищеного динамічного тиску (напруги) частки набувають більшої рухливості, долаючи сили внутрішнього тертя суміші, зіштовхуються, переорієнтуються, зближуються й утворюють велику кількість контактів, а отже – більш щільне упакування. При цьому руйнуються агрегати злиплених часток і витісняється вільна вода з зон контактів на поверхню шару, що ущільнюється.

Підвищити динамічний тиск можна збільшенням розмаху коливань і створенням ефекту струшування при полічастотному вібраційному впливі. Ефект струшування досягається накладенням на основну гармоніку у вигляді високочастотних коливань з невеликою амплітудою додаткових низькочастотних коливань з великою амплітудою або низькочастотних і середньочастотних коливань, які саме і є характерними для роботи дробарок та масових вибухів.

Найбільш повну інформацію про динамічні процеси, які протікають у середовищі, що ущільнюється в зоні впливу дробарки, можна одержати при розгляді систем «віброплощадка – цементобетонна суміш – фонові коливання» або «віброплощадка - дробарка - цементобетонна суміш - привантаження».

Полічастотний спосіб ущільнення бетонних сумішей горизонтальними коливаннями дозволяє значно інтенсифікувати процес формовання бетонних виробів і не менше, ніж у два рази зменшити амплітуду високочастотної складової.

В.А. СТРИХА, канд. техн. наук, доц., О.І. ГАЛІК, канд. с.-г. наук, доц., М. КУЧЕРУК, студентка Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне,
С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ КОЕФІЦІЕНТУ ВИКОРИСТАННЯ БАЛАНСОВИХ ЗАПАСІВ ВІД СЕРЕДНЬОЇ ГЛИБИНИ ТОРФОВОГО ПОКЛАДУ

Запаси корисної копалини в покладі – їх кількість і якість - є важливими показниками промислової цінності. Геологічні запаси поділяють на групи:

Балансові V_a - всі запаси корисної копалини, які відповідають встановленим кондиціям (вимогам) за якістю і розмірами покладів.

Забалансові V_{ca} - запаси, які не відповідають встановленим кондиціям, але в майбутньому можуть бути переведені в групу балансових.

Промислові V_r – частина балансових запасів після виключення всіх видів втрат.

Промислові запаси і є безпосереднім об'єктом розробки. Втрати визначають у відсотках, або долях від балансових запасів.

При визначенні промислових запасів торфових покладів розрізняють наступні види втрат:

ΔV_1 - за умовами конфігурації; ΔV_2 – за умовами експлуатації; ΔV_3 - за умовами осушення; ΔV_4 - на зазолені ділянки; ΔV_5 - на зазолені прошарки; ΔV_6 - на очісний шар; ΔV_7 – на захисний шар; ΔV_8 – під будівлями, спорудами, залізничними коліями та автомобільними дорогами, мостами-переїздами та ін.; ΔV_9 – на деревинні залишки.

Ступінь вироблення торфового покладу характеризується коефіцієнтом використання балансових запасів, який визначається за формулою:

$$\beta_a = V_r / V_a$$

Для дослідження було підібрано 21 торфове родовище, які розташовані в 10 областях України.

При дослідженні видів втрат в торфових родовищах визначались: балансові запаси, запаси в межах розробки, промислові запаси та коефіцієнт використання балансових запасів (рис. 1).

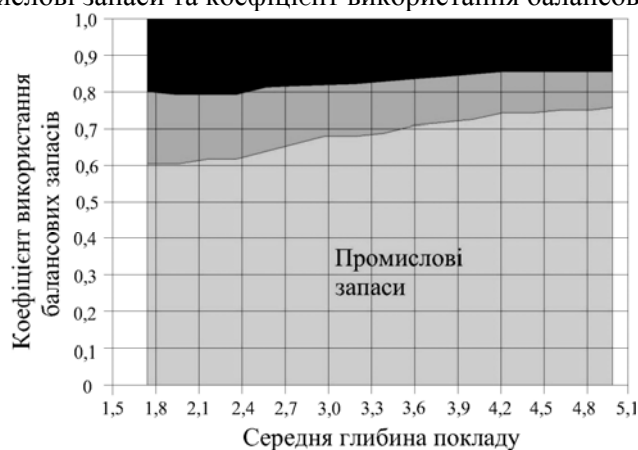


Рис. 1. Графік залежності коефіцієнту використання балансових запасів від середньої глибини покладу

Таким чином, втрати балансових запасів покладу - такі:

Середня глибина покладу, м	До 2,0	2,01-2,5	2,51-3,0	3,01-4,0	Більше 4,0
Втрати балансових запасів, %	38-39	31-38	26-31	23-26	20

С.В. ФІЛАТОВ, Ю.М. НАВІТНІЙ, кандидати техн. наук, доц.,
В.С. ГІРІН, д-р техн. наук, проф.; Криворізький національний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВИГУНІВ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ КАР'ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ ЗА РАХУНОК ДЕТОНАЦІЙНОГО ЗГОРАННЯ ПАЛЬНОГО

Аналіз останніх світових досліджень щодо підвищення ефективності великовантажних кар'єрних автосамоскидів (ВКАС) доводить, що одним з перспективних рішень цієї проблеми є зменшення енерговитрат за рахунок підвищення ефективності роботи двигунів. Управління процесом детонаційного згорання пального ретельно досліджується більшістю провідних західно-європейських, японських та американських автомобілебудівних концернів.

Сучасні автомобільні двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), а особливо їх циліндропоршнева група (ЦПГ), працюють у важких умовах, що характеризуються високими швидкостями та прискореннями поршня й значними термомеханічними навантаженнями та тиском у ЦПГ. Ці фактори знаходяться у тісному взаємозв'язку між собою, а також безпосередньо впливають на появу задирів та деформування поверхні поршня, кілець та дзеркал циліндрів, як у процесі приробки ДВЗ, так і у процесі їх експлуатації, що з часом приводить до підвищеного зносу ЦПГ.

У теперешній час на кафедрі під'ємно-транспортних-машин під керівництвом завідуючого кафедрою та з залученням студентів ведуться дослідження щодо підвищення потужності дизельних двигунів. Метою досліджень є керування процесом детонаційного згорання пального за рахунок зміни форми та регулювання тиску у камері згорання.

Як відомо, одним з основних заходів підвищення потужності двигунів ВКАС є збільшення об'ємів їх циліндрів, що у свою чергу веде до підвищення розмірів двигуна, його металоемності та витрат пального. Ефективним способом підвищення потужності двигунів ВКАС є застосування турбонаддуву з одноступеневим або двоступеневим охолодженням повітря, що також дає можливість підвищити заповнення робочою сумішшю об'єму камер згорання без збільшення об'єму циліндрів двигуна. При цьому потужність двигуна підвищується на 40–60% в залежності від ступеня наддуву. Авторами пропонується новий шлях підвищення потужності двигунів ВКАС. Як відомо, збільшення тиску (компресії) у камері згорання веде до підвищення потужності двигуна, але воно обмежене якістю пального (для дизельних двигунів обмежується цетановим числом, а для карбюраторних - октановим), а також появою детонаційного згорання.

Детонацією є процес згорання пального в циліндрах двигуна зі швидкістю понад 1000 м/с, тоді як при нормальній роботі ДВЗ - лише 15-20 м/с. Основною проблемою в роботі ДВЗ з детонаційним згоранням пального є те, що при такому згоранні за високого тиску газів відбувається деформування деталей ЦПГ: "провалюються поршні", обриваються шатуни, згинаються колінвали, зриваються головки циліндрів й ін. Управління даним процесом дасть можливість підвищити потужність двигуна, його паливну економічність і експлуатаційні властивості, але з деякою зміною конструкції його вузлів та деталей.

Наукова робота ведеться у двох напрямках. Перший - це керування процесом детонаційного згорання пального за допомогою датчика регулювання тиску, встановленого у головці циліндра та з'єднаного з декомпресором. При підвищенні тиску декомпресор знижує його робочу величину. Другий напрямок - це підбір оптимальної камери згорання за допомогою вмонтованого в головку поршня перемінного "витискувача", який дає можливість змінювати об'єм камери згорання і при підвищенні тиску спрацьовувати як запобіжний клапан.

Дослідження проводяться у напрямку моделювання детонаційного згорання пального при різних можливих конструктивних формах камер згорання, їх місцезнаходженням і компонованням. З можливих форм камер згорання застосовувалися: клиновидна, сферична, напівсферична, плитна, тороподібна й ін. Конструктивне компоновання камер згорання моделювалося, як у головці блоку циліндрів, так і в головці поршня з симетричним або асиметричним розташуванням. Кінцевою метою цих досліджень є визначення мінімальних напружень, що виникають у різноманітних камерах згорання, визначення оптимальної камери згорання, її форми і конструктивного розташування, а також побудова математичної моделі детонаційного згорання пального і конструктивного розрахунку блок-картера і ЦПГ ДВЗ.

І.В. СТЕЦЬКІВ, студент, І.К. БАБИЧЕВ, аспірант, О.О. ФРОЛОВ, д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВІДРОБКА ЗАПАСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН В НЕРОБОЧИХ БОРТАХ КАР'ЄРІВ КОМПЛЕКСАМИ HIGHWALL

Аналіз родовищ, які відпрацьовуються відкритим способом, засвідчує, що в бортах кар'єрів залишаються 20-45 % запасів корисних копалин. Запаси в бортах кар'єрів розміщені безпосередньо біля укосу або на відстані, не більше 150 м до нього. Глибина залягання прибортових запасів, в основному, складає від 100 до 500 м. Однак досвід розробки родовищ, які відробляють відкритим способом, показує, що тільки 18 % гірничих підприємств проводять видобуток прибортових запасів [1]. Інші переводять ці запаси в забалансові та списують. Таким чином, розробка прибортових запасів дозволила б збільшити ступінь виймання корисних копалин та підвищити ефективність освоєння родовища.

Для розробки залишених корисних копалин в неробочих бортах кар'єрів основним методом в минулому було залишення ціликів і проведення гірничих робіт вибуховим способом. В цьому способі розробки є багато недоліків, зокрема: низька ефективність виконання робіт, незначний коефіцієнт вилучення, низька безпека, важке управління, вплив на борти та ін. Зважаючи на вищенаведене, для відробки запасів в бортах кар'єру найбільш доцільним є застосування безлюдної технології виймання пластів з відкритих виробок, в основі якої закладено принципи руйнування корисних копалин агрегатами з буровим або ріжучим виконавчим органом (Highwall) [2].

Зокрема, багато вугільних пластів, що на даний час є економічно або технічно непридатними для звичайних методів виймання, можуть бути вийняті за допомогою Highwall комплексу. У цьому гірничому комплексі комбайн безперервної дії або шнекова машина в основному використовуються для виймання вугілля з неробочих бортів.

Система Highwall (МП) безперервної дії може виймати копалину, створюючи отвори прямокутної форми довжиною до 350 м і більше, а розмір отвору залежить від характеристик комплексу. Міцність гірських порід, які здатен розробляти комплекс, становить $f=3,8...7$. При видобутку здійснюється повний автоматизований контроль системи та гірського масиву (покрівлі й підшви) за допомогою передових технологій навігації. В залежності від розміру ріжучого модулю комплекс Highwall (МП) дозволяє відробляти вугільні пласти потужністю від 1,1 м до 4,8 м з максимальним кутом падіння і повороту пласта до 25° та пласти потужністю від 4,5 м з кутами падіння $50-90^\circ$. Об'єм втрат складає від 20 до 25%.

Система Highwall зі шнековим виконавчим органом (Metec highwall mining system) в порівнянні з попередніми конструкціями - більш проста і може утворювати отвори довжиною понад 100 м і діаметром 0,5 м або більше у вугільних пластах, залежно від способів застосування. Ця система - більш маневрена, ніж система МП. Однак, міцність порід, які здатен розробляти комплекс, не перевищує $f=3$.

Шнекова система Highwall в загалом покращила видобуток корисних копалин у зв'язку з її безпечністю і продуктивністю. Тим не менш, її застосування обмежується умовами залягання, параметрами та властивостями пластів: кут падіння (не більше $16-25^\circ$), потужність, кривизна, тріщинуватість, наявність розломів і вигинів та ін.

Досвід застосування систем Highwall на кар'єрах світу, лабораторні дослідження та результати чисельного моделювання показують, що шнекові гірничовидобувні системи (Metec highwall mining system) забезпечують більшу стабільність гірничих виробок та стійкість відробленого борта кар'єра, ніж системи виймання з безперервним робочим органом.

Список літератури

1. Каплунов Д.Р. Комбинированная геотехнология / Д.Р. Каплунов, В.Н. Калмыков, М.В. Рыльникова // М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2003, 560 с.
2. H. Shimada, Y. Chen, A. Hamanaka, T. Sasaoka, H. Shimada and K. Matsui. Application of Highwall Mining System to Recover Residual Coal in End-walls. /Procedia Earth and Planetary Science / Procedia Earth and Planetary Science Volume 6, Pages 1-492 (2013) / International Conference on Earth Science and Technology Proceedings September 2012. Pages 311-318.

С.В. САХНО, ассист., А.С. РЯБИЧКО, студ.
Донецкий национальный технический университет, г. Красноармейск

ОБРУШЕНИЯ КРОВЛИ В ВЫРАБОТКАХ, ЗАКРЕПЛЕННЫХ АНКЕРНОЙ КРЕПЬЮ

Травматизм, связанный с обрушением горных пород, как на открытых, так и подземных разработках, особенно – на угольных шахтах занимает одно из первых мест. При этом традиционно речь идет об обрушениях кровли в протяженных выработках, закрепленных рамной податливой арочной крепью, а также – в камерах комплексов ЦПТ карьеров ГОКов. А одним из наиболее эффективных мероприятий по предотвращению вывалов является установка дополнительной анкерной крепи.

Однако практика ведения горных работ показывает, что в выработках, закрепленных анкерной крепью, обрушения кровли случаются, как правило, в породах, подверженных значительным смещениям. Наиболее часто наблюдаются вывалы пород из кровли с обнажением устьевого части анкера. Это свидетельствует о том, что породы в пределах заанкерванной области также расслаиваются.

С целью определения характера деформирования пород вокруг выработки, закрепленной анкерной крепью, были проведены натурные наблюдения при помощи глубинных реперов на специально оборудованных замерных станциях.

Измерения производились в конвейерном штреке северной коренной лавы пл. k_8^H горизонта 450 м ш. «Добропольская». Штрек имел прямоугольную форму поперечного сечения. Высота выработки в проходке составляла 3,3 м, ширина – 4,8 м. Анкеры устанавливали в забое штрека химическим способом. Замерные станции, оборудованные глубинными реперами, были установлены непосредственно в забое штрека. В выработке было установлено три глубинные станции. Для анализа динамики развития зоны разрушенных пород вокруг выработки, были построены графики деформаций пород с удалением от контура выработки по результатам перемещения глубинных реперов.

Анализ графиков деформирования пород на экспериментальном участке показал, что максимальные смещения наблюдаются в центре выработки. Уже на 14 сутки после проведения ее на глубине 2,7 м породы расслаиваются, что фиксируется по смещениям относительно неподвижного репера 3 мм. На первой станции зафиксирована зона сжатия пород между реперами на 2,7 и 2,5 метра. В непосредственной близости от анкера породы смещаются единым блоком, что отмечается по реперам на глубине 2,2-0,6 м. Между рядами анкеров смещения примерно равномерно растут в направлении контура. Смещение контура через 14 суток по центру выработки составляют 4-5 мм, а на расстоянии 10 см от второго кровельного анкера – 3 мм. По всем станциям приконтурный участок 0,6-0,8 м имеет наибольшие расслоения.

Проведенные исследования позволили сделать следующие **выводы**.

Уже через 14 суток после проведения выработки в породном массиве зарождаются дефекты, которые впоследствии могут привести к обрушениям – за зоной крепления анкерной крепи и на контуре выработки.

Во многом полученный результат объясняется образованием вокруг выработки зоны мгновенного разрушения вследствие упругопластического восстановления пород в момент проведения, и – соответственно – перераспределение напряжений вокруг выработки, что приводит к развитию фронта разрушения от контура выработки вглубь массива. После установки анкерной крепи эти процессы не прекращаются мгновенно, они продолжают до момента образования несущей породно-анкерной конструкции.

При правильно выбранных параметрах анкерования образующаяся конструкция имеет более высокие прочностные характеристики, чем окружающий массив, что способствует сохранению ее сплошности. Однако необходимо понимать, что до этого момента породы в непосредственной близости от контура уже разрушены и от вывала их между рядами анкеров защищает лишь затяжка.

А.А. ИСАЕНКОВ, ст. преподаватель
Красноармейский индустриальный институт ДонНТУ, г. Красноармейск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК, ПОДВЕРЖЕННЫХ ИНТЕНСИВНОМУ ПУЧЕНИЮ

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед угольной промышленностью Украины, традиционно является обеспечение эксплуатационного состояния горных выработок и повышение их надежности. Потеря площади поперечного сечения подготовительных выработок угольных шахт Украины вне зоны влияния очистных работ превышает сегодня 30-40%, а на сопряжениях с очистным забоем достигает 50-70%. Это вызывает необходимость проведения периодического ремонта выработок. При проектной высоте выработок 3,7-4,5 м вне зоны влияния очистных работ суммарная конвергенция с учетом подрывок достигает 1,0-1,8 м. Очевидно, что в этих условиях деформирование приконтурных пород происходит за пределом упругости. Вокруг выработки существует зона разрушенных пород (ЗРП), развитие которой приводит к росту смещений контура выработки.

Целью проведенного исследования было изучение геомеханических изменений вокруг горной выработки, находящейся в структурно неоднородной среде, и определение влияния параметров упрочненной зоны.

Исследование проводилось методом дискретных элементов. Эксперименты проводили на следующих моделях:

- 1 – модель с неукрепленной почвой;
- 2 – модель с укреплением почвы анкерами (форма укрепленной зоны – прямоугольный параллелепипед с основанием, параллельным почве выработки);
- 3 – модель с локальным укреплением почвы в форме прямой треугольной призмы с вершиной треугольника ее основания, обращенной к почве выработки.

Анализ результатов показывает, что деформации в кровле имеют схожий характер с моделью без крепления почвы. В почве же, наблюдаются отличия.

Сравнение состояния выработки на последнем шаге нагружения в моделях без мероприятий по уменьшению смещений почвы и с анкерованием показывает, что потеря сечения в модели с анкерами 33%, то есть больше на 12%, чем в модели без анкеров. Максимальные смещения почвы составляют 19% от высоты выработки. Размер области влияния выработки в кровле – на 56% меньше, чем в модели без анкеров. При глубине укрепленной зоны, равной половине ширины выработки, складка образуется за укрепленной областью пород, и зона влияния достигает глубины, соизмеримой с высотой выработки. Площадь сечения пород почвы, выдавленных в выработку, для модели с анкерной крепью – на 27% больше.

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что укрепление пород почвы анкерами с формой укрепленной зоны в виде параллелепипеда – эффективно только на начальных этапах нагружения. В дальнейшем имеет место выдавливание всей укрепленной оболочки в полость выработки и развитие складки за границей укрепленной области. Это вполне согласуется с результатами шахтных наблюдений и рекомендациями по укреплению пород почвы анкерами.

Сравнение состояния выработки на последнем шаге нагружения в моделях без мероприятий по уменьшению смещений почвы и с укреплением в виде призмы с вершиной треугольника ее основания, направленной к почве выработки, показывает: потеря сечения в модели с укреплением – 26%. Максимальные смещения почвы – 9,9% от высоты выработки, что на 32% меньше, чем в модели без мероприятий. Размер области влияния выработки в кровле – на 27% больше, чем в модели без мероприятий. При глубине укрепленной зоны, равной половине ширины выработки, складка образуется в боках от укрепленной области пород, зона влияния достигает глубины до 65% от высоты выработки. Площадь сечения пород почвы, выдавленных в выработку, для модели с укреплением – на 54% меньше, чем для модели без мероприятий.

Выводы. Результаты моделирования показали, что при создании в почве выработки упрочненной области в форме прямой призмы с вершиной треугольника ее основания, обращенной к почве выработки, достигается наилучший результат по уменьшению пучения.

А.В. МЕРЗЛИКИН, канд. техн. наук, доц.,
 Донецкий национальный технический университет, г. Красноармейск
 В.В. НАЗИМКО, д-р техн. наук, проф.
 Институт физики горных процессов НАН Украины, г. Днепропетровск

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕДОБЫЧЕЙ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ

Планирование управления рисками угледобычи осуществляется на прединвестиционной фазе проекта. Для построения системы управления проектными рисками был использован стандарт РМВОК, адаптированный с учетом особенностей угледобычи.

На этапе планирования необходимо выделить ресурсы и средства в бюджет проекта для управления проектными рисками. Угледобыча характеризуется чрезвычайно высоким уровнем опасности, поэтому в бюджет всегда закладываются резервные средства на компенсацию последствий аварий. По экспертным оценкам доля средств для управления проектными рисками не превышает 7-10% от общего объема финансовых резервов. Этапы планирования и идентификации рисков выполняются с помощью мозгового штурма, экспертных оценок, SWOT-анализа и анализа предположений. Идентификация рисков – путем экспертных оценок. Проверка согласованности оценок проводилась методом ранговой корреляции Спирмена.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{n(n^2 - 1)}$$

где d – разницы между рангами пары сравниваемых рядов; n – число сравниваемых пар.

Среди рисков, обусловленных спецификой подземной угледобычи эксперты отдали наиболее высокий уровень важности фактору неблагоприятных горно-геологических условий: темпы ведения горных работ резко падают в зонах малоамплитудной нарушенности, опасных по горным ударам и внезапным выбросам, характеризующихся склонностью угля к самовозгоранию и другими неблагоприятными геологическими условиями отработки угольных пластов. Все выделенные риски без исключения непосредственно влияют на темпы основных процессов горного производства. Исходя из этого, количественную оценку рисков угольной шахты можно выполнять в укрупненной постановке путем исследования сроков выполнения плановых заданий с помощью учета реальных темпов подготовительных, очистных и вспомогательных работ. Итоговый реестр специфических рисков приведен ниже.

<i>Риски</i>	<i>Ранги</i>
Встреча забоя с непредвиденным геологическим нарушением	8,0-9,0
Замедление продвижения забоя из-за случайного снижения надежности ГШО	6,3-7,0
Задержки при непредвиденных дополнительных работах по управлению кровлей	7,2-8,0
Невыполнение календарного плана при непредвиденных изменениях технологии	6,0-7,0
Внеплановые остановки забоев при нарушении техники безопасности	3,5-4,0
Задержки угледобычи при нарушении материально-технического снабжения	4,0-5,0
Задержки сроков плановых работ при некомплектации основных профессий	4,0-5,0

Четыре первых из них ранее не были идентифицированы. Был выполнен качественный анализ идентифицированных рисков с учетом вероятности и значимости. Как видим, наиболее весомые риски являются сугубо специфическими для отрасли, а наиболее важный риск связан с неопределенностью геологических условий разработки месторождений угля.

Выводы. Анализ угроз и возможностей доказывает, что убытки, обусловленные неопределенностью геологических условий, могут превышать потери от таких внешних общепризнанно важных рисков, как неустойчивость рынков сбыта, инфляция, ненадежность подрядчиков, или фискальная политика государства. Установлено, что количественную оценку рисков угольной шахты можно выполнять в укрупненной постановке путем исследования сроков выполнения плановых заданий с помощью учета реальных темпов подготовительных, очистных и вспомогательных работ. Это достигается благодаря тому, что все выделенные риски без исключения непосредственно влияют на темпы основных процессов горного производства.

УДК 622.838.5.002.6

Е.П. ЧИСТЯКОВ, канд. техн. наук, НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ОПЫТ МОНИТОРИНГА УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ ПОД ВЫСОКОНАПОРНЫМИ ВОДОНОСНЫМИ ГОРИЗОНТАМИ

Методически мониторингу состояния предохранительных целиков предшествует анализ сложившейся на конкретный период горнотехнической, геомеханической и гидрологической ситуации. Комплексом методов, включающим аналитические, лабораторные и шахтные исследования механизмов и интенсивности проявлений горного давления на конкретном горном предприятии.

Параметры камер под предохранительным целиком и его мощность рассчитываются с учетом фактического статического напора подземных вод под рудной толщей мощной крутопадающей залежи Южно-Белозерского месторождения, разрабатываемой под высоконапорным водоносным горизонтом. Напор вод непосредственно в рудокристаллической толще под подрабатываемым целиком составляет 280 м вод. ст.

Производительность Запорожского ЖРК 4500 т в год. На 01.01. 2015 г. текущий объем пустот составил 1493,2 тыс. м³, из них 59,5 тыс. м³ - неактивные пустоты. Мониторинг состояния предохранительных целиков производится с 2005 года. Объем и геометрия выработанного пространства ежемесячно заносятся на планы и разрезы. Гидрогеологической службой регистрируются интенсивность водопроявлений по площадям и расход воды по водозаборным и дренажным скважинам. За период наблюдений выявлено два противоположных эффекта, вызванных водопроявлениями - это суффозии и кольматация. Суффозии - химико-механический вынос минералов, кольматация - отложение минералов, протекающих по трещинам растворов и их 'залечивание'.

Мониторинг ведется согласно методическим рекомендациям НИГРИ ГВУЗ «КНУ» при научно-техническом обеспечении и непосредственном сопровождении всех этапов ведения очистных работ под подрабатываемом предохранительным целиком.

На основании анализа маркшейдерской документации, данных гидрогеологической службы комбината и по результатам обследования выработок НИГРИ ежеквартально выдает заключение о состоянии предохранительного целика.

В перечень маркшейдерских документов входят: план подработанных в этаже 301-330 м площадей, планы и разрезы фактических контуров очистных камер и степень их заполнения твердеющей закладкой. Условием обеспечения безопасности подработки предохранительного целика принято недопущение развития зоны трещин над подработанным пространством его нижней границы.

НИГРИ в течение десяти лет проводятся системные наблюдения за динамикой водопроявлений под Бучакским и Верхне-Меловым водоносными горизонтами, как площадных так и по контрольным скважинам над отработываемыми и отработанными в этаже 301-330 м очистными камерами.

По результатам комплексных исследований, включающих аналитические исследования, моделирование процессов сдвижения подработанных толщ налегающих пород на поляризационно-оптических моделях и эквивалентных материалах, шахтные исследования, разработана программа мониторинга состояния подрабатываемого предохранительного целика под высоконапорным водоносным горизонтом.

Очистные работы в указанном этаже продолжаются. Мониторинг включает: контроль соответствия параметров очистных камер проектным, динамику водопроявлений и частоту микросейсмических разрушений.

По состоянию на декабрь 2015 года подтверждается стабильность водопроявлений с тенденцией затухания во времени, обусловленной, как кольматацией водопроводящих трещин так и возрастанием площади разгрузки Бучакского и Верхнемелового водоносных горизонтов.

М.І. СТУПНІК, В.О. КАЛІНІЧЕНКО, доктори техн. наук, проф.,
 М.Б ФЕДЬКО, І.С. МУЗИКА, С.В. ПИСЬМЕННИЙ, кандидати техн. наук, доц.
 Криворізький національний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ З УРАХУВАННЯМ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МАСИВУ

Значну частину у вартості видобутку залізних руд займають буропідривні роботи (БПР), що пов'язано із високою вартістю вибухових речовин (ВР) і засобів підривання та дуже великими затратами на розбурювання масиву. Існує багато різних методик, які дають можливість визначати основні параметри БПР при домінуючій при підземному видобутку залізних руд свердловинній відбійці, а саме лінії найменшого опору W та відстані між кінцями свердловин a при найбільш застосовуваному віяловому їх розташуванні у масиві, що підлягає обваленню.

Однією з найбільш поширених є методика проф. Ю.П. Капленка [1], яка затверджена у якості галузевої для залізорудних шахт Кривбасу та Запорізького ЗРК. Дана методика базується на так званому показникові підриваємості гірських порід C_o , який комплексно враховує усі основні фактори, що впливають на ефективність відбійки. На виробництві, головним чином, застосовують її спрощений варіант, який враховує коефіцієнт міцності гірських порід, їх неоднорідність, діаметр свердловин, роботоздатність ВР та щільність її зарядження. Але дана методика також дозволяє враховувати рівень напружено-деформованого стану (НДС) масиву, який визначають за допомогою коефіцієнта енергоємності відбійки k_σ , який дорівнює відношенню питомих витрат ВР, встановлених з урахуванням впливу глибини гірничих робіт та розмірів очисного простору q_σ до питомих витрат ВР, визначених згідно їх міцності q_f . Недоліком даної методики є те, що по-перше, вона дозволяє визначати k_σ тільки при відбійці руди на горизонтальні або на вертикальні оголення, а на шахтах Кривбасу останні роки все більшого застосування набуває похилий тип оголень, а по-друге, вона не містить ніяких обмежень, що у ряді випадків може призводити до отримання некоректних результатів.

Виконавши аналітичні дослідження ми пропонуємо визначати коефіцієнт k_σ при обваленні рудного масиву на похиле оголення з виразу

$$k_\sigma^n = k_\sigma^z + (k_\sigma^g - k_\sigma^z) \cdot \operatorname{tg}^2 \theta / 2,$$

де k_σ^g, k_σ^z - значення коефіцієнта k_σ при відбійці руди відповідно на вертикальне та горизонтальне оголення; θ - кут нахилу похилого оголення, град.

Якщо проаналізувати даний вираз то побачимо, що при $\theta=0^\circ$ та $\theta=90^\circ$ (тобто при горизонтальному та вертикальному оголеннях) значення k_σ^n стає тотожним, відповідно, k_σ^z та k_σ^g , і чим більшим буде кут нахилу похилого оголення θ (тобто при збільшенні його стійкості), тим більшим стає і значення k_σ^n , що є цілком логічним і добре узгоджується з результатами досліджень залежності стійкості похилих оголень порід всякого боку [2].

Стосовно певних обмежень то ми вважаємо, що при отриманні значень k_σ , які є меншими, ніж 0,4-0,5 стан оголень буде критичним, існує ймовірність їх самообвалення, тому необхідно додатково перевіряти стійкість конкретного оголення за інструкцією НДГРІ [2].

Отже, удосконалена методика проф. Ю.П. Капленка може бути застосована для розрахунків параметрів БПР для будь-яких типів оголень, власне самі розрахунки виконуються дуже швидко за допомогою спеціально розробленої комп'ютерної програми, яка дозволяє оперативно здійснити попередній аналіз основних показників відбійки масиву і якості його подрібнення (питомі витрати ВР, вихід руди з 1 м свердловини, діаметр середнього куска обваленої руди, вихід негабариту), а узгодження у деяких випадках отриманих даних із стійкістю самих оголень дасть можливість уникнути некоректних результатів.

Список літератури

1. Капленко Ю.П. Методические указания по расчету параметров буровзрывных работ. - Кривой Рог: КГРИ, 1982. - 42 с.
2. Визначення та контроль допустимих розмірів конструктивних елементів систем розробки залізних руд. Інструкція по застосуванню / С.К. Бабець та ін. - Кривий Ріг: Ротапринт ДП «НДГРІ», 2010. - 122 с.

В. В. ЦАРИКОВСКИЙ, д-р техн. наук, зав.отделом, Т.Т. СЕДУНОВА, зав. лабораторией,
Вал. В. ЦАРИКОВСКИЙ, канд.техн. наук, ст.научный сотрудник,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ И ПОРЯДКОВ ОТРАБОТКИ ЗАПАСОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ КОЛЕБАНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОТБОЙКЕ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ШАХТЫ им. ОРДЖОНИКИДЗЕ ПАО «ЦГОК»

Указанные исследования обусловлены спецификой условий отработки магнетитовых кварцитов заключающейся, с одной стороны, в том, что на земной поверхности, прилегающей к шахтному полю, расположены многоэтажные жилые здания и промышленные сооружения, а, с другой стороны, учитывая высокую прочность магнетитовых кварцитов отработка их с применением крупномасштабной технологии требует проведение массовых взрывов с общей массой взрываемых веществ от 30 до 170 т. В связи с огромными массами взрываемых взрывчатых веществ колебания земной поверхности достигают 6-7 баллов, что отрицательно отражается на состоянии жилых зданий и промышленных сооружений. С целью снижения вредного влияния взрывных работ на состояние поверхностных зданий и сооружений проведенные исследования были направлены на установление взаимосвязей между массой одновременно взрываемого заряда, порядком отработки запасов и интенсивностью сейсмических колебаний земной поверхности.

В процессе проведения исследований расчетами было установлено, что при отбойке рудного массива на одну обнаженную поверхность около 43...51% энергии взрыва расходуется на инициирование сейсмических колебаний горного массива. При отбойке запасов на одну обнаженную поверхность и зажатую среду на инициирование сейсмических колебаний в горном массиве используется всего около 6 % энергии взрыва.

При отбойке запасов, окруженных обрушенными породами, на инициирование сейсмических колебаний расходуется также порядка 6 % энергии взрыва. Из чего следует, что интенсивность сейсмических колебаний земной поверхности зависит от граничных условий проведения взрывов.

Данные экспериментальных исследований показали, что интенсивность сейсмических колебаний земной поверхности зависит не только от объема одновременно взрываемого ВВ, но и от граничных условий расположения отбиваемого массива, которые определяются порядком отработки запасов. Например, при массовых взрывах с массой ВВ на одно замедление 15 т интенсивность сейсмических колебаний земной поверхности составляет:

при отбойке массива, граничащего со всех сторон с нетронутым массивом, от 5 до 6 баллов;

при отбойке массива, отрезанного от всячего и лежачего боков открытыми очистными пространствами, от 4 до 5 баллов;

при отбойке массива, отрезанного от всячего и лежачего боков обрушенными породами мощностью 30-40 м и более, от 3 до 4 баллов;

при отбойке массива, отрезанного от лежачего и всячего боков, а также граничащего одной из сторон вкрест простирания с обрушенными породами, от 2 до 3 баллов;

при отбойке массива, граничащего со всех сторон с обрушенными породами, от 1 до 2 баллов.

Исследованиями установлено также, что при отбойке магнетитовых кварцитов на одну обнаженную поверхность между массой ВВ в одном замедлении и интенсивностью сейсмических колебаний земной поверхности существует практическая линейная зависимость.

Вышеприведенные результаты исследований позволяют прогнозировать интенсивность колебаний земной поверхности уже на этапе составления рабочих проектов на очистную выемку.

Реализация результатов исследований при проведении массовых взрывов на шахте им. Орджоникидзе подтвердила высокую достоверность прогнозируемой интенсивности сейсмических колебаний земной поверхности в процессе проведения взрывных работ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИПУСКУ РУДИ І ДОСТАВКИ ЇЇ САМОХІДНИМИ НАВАНТАЖУВАЛЬНО-ДОСТАВОЧНИМИ МАШИНАМИ В ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ ДІЛЯНОК ПОКЛАДІВ ПРИРОДНО-БАГАТИХ ЗАЛІЗНИХ РУД В УМОВАХ ШАХТИ «ГВАРДІЙСЬКА» ПАТ «КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ»

Сьогодні розробка покладів природно-багатих залізних руд на шахті «Гвардійська» здійснюється на глибині, яка перевищує 1200 м під значним впливом гравітаційно-тектонічних полів напружень з використанням різних варіантів системи підповерхового обвалення.

Технологічний процес випуску і доставки рудної маси здійснюється скреперними установками, що характеризується високими показниками трудомісткості (від 27 до 48 %) та низькою продуктивністю (в середньому 170 т/зм), що негативно впливає на затрати, які пов'язані з підтриманням виробок приймального горизонту у робочому стані на протязі усього терміну відпрацювання виймальної одиниці, а також на зниженні якісних та кількісних показників вилучення руди.

Для вирішення цих проблем, у результаті виконаного аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду підземної розробки родовищ корисних копалини, необхідне застосування самохідної навантажувально-доставочної техніки, що потребує, у свою чергу, зміни конкретних параметрів варіантів системи розробки підповерхового обвалення, які впливають на показники вилучення руди, найважливішими з яких є висота підповерху та відстань між навантажувально-випускними виробками.

Відстань між навантажувально-випускними виробками регламентується їх параметрами (висота, ширина), які залежить від типу самохідної навантажувально-доставочної техніки, що застосовується.

Отже, одним із шляхів забезпечення високих кількісних і якісних показників видобутку рудної сировини є модернізація технологій з обваленням руди і порід, що її вміщують, за рахунок регулювання параметрів систем розробки відповідно до типу обладнання, яке застосовується.

Для визначення раціональних параметрів дниць приймальних горизонтів виймальних одиниць були проведені лабораторні дослідження технологічного процесу випуску руди на фізичній моделі. Торцевий випуск шару руди висотою 25 см із моделі на підшву навантажувально-випускних виробок, розташованих на відстані 10, 12 і 14 см, здійснювали дозами по 250 г.

Режим випуску руди - рівномірно-послідовний. Випуск та доставку руди із моделі імітували навантажувально-доставочними машинами: EST-3,5; TORO 400E; TORO 1400.

Ці типи самохідної техніки являються очисними навантажувально-доставочними машинами, які забезпечують продуктивність технологічного процесу доставки рудної маси в межах 700-800 т/зм при середній довжині траси доставки: до 90-100 м (EST-3,5); до 250-280 м (TORO 400E); 380-450 м (TORO 1400).

Проведені лабораторні дослідження дали змогу встановити показники вилучення руди при застосуванні системи підповерхового обвалення, з використанням самохідних навантажувально-доставочних машин на технологічному процесі випуску і доставки руди, які залежать від відстані між доставочно-випускними виробками і при збільшенні якої зростають: від 42,7 % до 60 % при засміченні руди 10 %; від 24,6% до 33% при засміченні руди 20 %.

На основі техніко-економічних розрахунків встановлено оптимальну схему доставки рудної маси з наступними параметрами: відстань між навантажувальними заходками - 10 м; втрати руди в результаті відпрацювання основного запасу панелі/загального запасу панелі - 24,6%/18,45%; засмічення руди в результаті відпрацювання основного запасу панелі/ загального запасу панелі - 20 %/15,23 %; застосування навантажувально-доставочної машини - EST-3,5, так як при цьому отримання прибутку від реалізації видобутої рудної маси коливається в межах 2,6-35,5%, порівняно з іншими технологічними схемами.

А.В. КОСЕНКО, аспірант, В.М. ТАРАСЮТИН, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ САМОХІДНОЇ ТЕХНІКИ НА ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВІДБИВАННЯ РУДИ

Проблема розширення сировинної бази шахт і раціонального комплексного використання рудних ресурсів підземного Кривбасу, що володіє розвинутою інфраструктурою, налагодженим рудниковим господарством і кваліфікованими кадрами інженерно-технічних працівників, обумовлює необхідність залучення в розробку магнетитових кварцитів, запаси яких становлять мільярди тонн, але які характеризуються високою міцністю.

Застосована у теперішній час на шахті ім. Орджонікідзе, яка є поки єдиною шахтою підземного видобутку магнетитових кварцитів у Кривбасі, технологія розробки покладу «Південний магнетитовий» характеризується низькими у порівнянні з передовими зарубіжними рудниками техніко-економічними показниками і недостатнім рівнем безпеки, що обумовлюється застосуванням поверхово-камерної системи розробки на базі використання застарілого малопродуктивного переносного прохідницького, бурового та двоставочного обладнання.

Найбільш витратним процесом у технології являється технологічний процес відбивання кварцитів, доля якого становить 50-70 % від загальних витрат по системі розробки.

Таким чином для досягнення високої ефективності розробки магнетитових кварцитів є необхідним прискорення зміни традиційних технологій видобутку на високопродуктивні сучасні технології з раціональним поєднанням ефективних процесів очисного виймання.

З метою підвищення ефективності подрібнення магнетитових кварцитів в камерах видобувних блоків, для умов шахти ім. Орджонікідзе, розроблені технологічні схеми поверхово-камерної системи розробки з відбиванням руди вертикальними віялами глибоких свердловин та вертикальними концентрованими зарядами на вертикальний компенсаційний простір із застосуванням самохідної бурової та прохідницької техніки.

Ініціювання свердловинних зарядів рекомендовано зустрічне та комбіноване за допомогою передових систем «Нонель» або «Прима-Ера-Т», що забезпечує якість подрібнення руди при її відбиванні.

У ході відбивання руди вертикальними концентрованими зарядами, для зменшення сейсмічного ефекту на цілики, щоб не застосовувати екранування хвиль, так як це супроводжується значними затратами, пропонується для формування зарядів вибухових речовин застосувати підняттеві діаметром 0,6 м, які проходяться станком ROBBINS 34RH C.

Результати порівняння схем відбивання залізистих кварцитів, які приведені вище, здійснені на основі критерію питомих грошових витрат на 1 т руди, що складаються з питомих витрат на проведення бурових виробок, формування відрізних щілин, заряджання вибухових зарядів та ліквідацію негабаритних фракцій кварцитів, доводять їх економічну ефективність, порівняно з традиційною технологією, яка аналогічна застосованій в реальних виробничих умовах.

Запропоновані технологічні схеми відбивання вертикальними віялами глибоких свердловин і вертикальними концентрованими зарядами на вертикальний компенсаційний простір мають нижчі затрати на 40,8 і 35,8 % відповідно.

Величина ефективності в обох запропонованих схемах відрізняється на 7-8%, тому їх можна вважати рівноцінними.

Але з огляду на технологічність, умови збереження ціликів та якість подрібнення рудного масиву камерного запасу перевага надається технологічній схемі відбивання вертикальними віялами глибоких свердловин на вертикальний компенсаційний простір на базі застосування самохідного бурового та прохідницького обладнання.

Запровадження в практику роботи шахт Кривбасу рекомендованої технології підземного видобутку магнетитових кварцитів дозволить підвищити продуктивність праці робітника по системі розробки в 1,5-1,7 рази, зменшити витрати ВР на вторинне подрібнення руди в 1,2-1,3 рази і знизити собівартість видобутку 1 т магнетитових кварцитів у 1,5-1,75 рази.

М.І. СТУПНІК, В.О. КАЛІНІЧЕНКО, доктори техн. наук, проф.,
О.Я. ХІВРЕНКО, канд. техн. наук, доц., О.В. КАЛІНІЧЕНКО, канд. економ. наук, доц.,
М.А. ГРИЩЕНКО, асистент, В.О. ТЄЛЯПНЬОВ, магістрант
Криворізький національний університет

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ БЛОКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМБІНОВАНОГО ВИСОКОІНТЕНСИВНОГО ВИПУСКУ РУДИ

На даний момент розробка покладів природно-багатих залізних руд на шахтах Криворізького залізорудного басейну ведеться на глибині, яка перевищує 1100-1200 м, з використанням різних варіантів систем розробки підповерхово-камерних та підповерхового обвалення руди та вмшуючих порід. Технологічний процес доставки рудної маси в більшості випадків здійснюється за допомогою скреперних лебідок ЛС55 та ЛС30. Значна глибина розробки зумовлює погіршення гірничо-геологічних умов розробки покладів та спонукає до переходу від підповерхово-камерних систем розробки до підповерхового обвалення, також збільшення глибини розробки викликає погіршення міцнісних властивостей природно-багатих руд та вмшуючих порід, наслідком цього є зменшення продуктивності праці по системі розробки та зростання трудомісткості, а також витрат на перекріплення виробок і погіршення показників вилучення руди.

Для вирішення зазначених проблем, після виконання аналізу існуючих варіантів систем розробки, запропоновано застосування комбінованого способу випуску і доставки руди скреперними установками та самохідними навантажувально-доставочними машинами. Впровадження даної технології потребує зміни конструктивних параметрів днищ блоків та панелей, основними з яких є зменшення кількості випускних отворів та оптимізація відстані між штреками скреперування, а також проведення комплексу доставочних виробок, призначених для пересування самохідних навантажувально-доставочних машин та обґрунтування їх параметрів.

Таким чином за рахунок модернізації системи розробки можливо покращити кількісні та якісні показники вилучення руди, збільшити продуктивність скреперної доставки та інтенсивність випуску руди з панелі.

Для визначення раціональних параметрів днища прийомного горизонту було проведено ряд лабораторних досліджень процесу випуску руди на фізичній моделі яка імітує ділянку покладу в масштабі 1:100. Площинний випуск шару руди висотою 40 см із моделі проводився через ряди випускних отворів, які були розташовані в 2 ряди.

Випуск проводився рівними дозами вагою по 200 г кожна. Режим випуску руди обрано рівномірно-послідовний.

Випуск та доставку руди із моделі імітували скреперною установкою.

Для доставки руди від місця розвантаження скреперної установки до рудоспуску можливе застосування різної самохідної навантажувально-доставочної техніки, яка повинна бути пов'язана з продуктивністю скреперної установки.

Прикладом застосовуваних машин можуть слугувати найбільш розповсюджені EST-3,5; ST-3,5; TORO-400; TORO-400E; LH307; LH410; R1300G.

Проведені лабораторні дослідження показали, що при застосуванні запропонованого варіанту системи розробки з витратами підготовчо-нарізних виробок на рівні 5,5 м/1000 т можливе вилучення чистої руди на рівні 72 %, підвищення інтенсивності випуску з 1-2 т/м² при стандартній технології до 3-4 т/м², зростання продуктивності скреперної лебідки з 170-200 т/зм., при стандартній технології до 500-600 т/зм., за рахунок зменшення середньої довжини скреперування від 15 до 7 м, а також до підвищення стійкості штреків скреперування за рахунок зменшення кількості випускних отворів та їх одностороннього розташування.

На основі проведених дослідів встановлено наступні оптимальні параметри: оптимальна кількість випускних отворів на один штрек скреперування становить 4 отвори, та відстань між штреками скреперування - 8 м, між доставочними ортами - 30 м.

АНАЛИЗ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ

Опыт отечественных и зарубежных горнодобывающих предприятий подтверждает возможность и целесообразность отработки месторождений открытым способом в зонах влияния горных работ подземных рудников.

В странах бывшего СССР открытая разработка месторождений в зонах влияния горных работ подземных рудников нашла широкое применение при добыче руд цветных металлов в 50-5-80 гг. прошлого столетия. Это объясняется несовершенством технологий добычи полезных ископаемых подземным способом в предшествующие годы. В результате чего в недрах оставались значительные запасы руд цветных металлов.

Каджаранским нагорным карьером дорабатывалось месторождение, имеющее форму крупного штокверка. Применялась транспортная система разработки.

Месторождение Кара-Арга обрабатывалось комбинированным открыто-подземным способом. Рудные тела имели линзообразную форму, угол падения которых изменялся от горизонтального, до крутого. Открытая разработка осуществлялась горизонтальными слоями.

На Никитовском ртутном месторождении в послевоенные годы проводилась разработка запасов карьерами «Чегарники» и «Западное замыкание». Применялась транспортная система разработки.

В Кривбассе, начиная с 1963 г. на руднике «Ингулец» повторно разрабатывалась открытым способом залежь железной руды, расположенная в районе старых подземных горных работ шахты «Визирка». Подземная разработка на этой шахте проводилась еще в 1898-1914 гг.

Открытая разработка осуществлялась транспортной системой разработки. При извлечении вскрышных пород и добыче железной руды буровзрывные работы не применялись.

В настоящее время отработка железных руд открытым способом в зонах влияния горных работ подземных рудников осуществляется в Кривбассе карьером «Южный» бывшего рудоуправления им.Кирова (ныне горный цех шахтоуправления по подземной добыче руды ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»), карьером «Северный» бывшего рудоуправления им. Дзержинского (ныне горно-обоганительный комплекс «Укрмеханобр» ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича»), а также карьером №1 ПАО «ЦГОК» Карьером «Южный» ведется повторная отработка руды в зоне сдвижения от подземных горных работ в поле шахты №1 им. Артема, на которой продолжается добыча богатых руд. Карьер «Северный» ведет отработку богатых железных руд, добыча которых ранее производилась шахтами бывшего рудоуправления им. Дзержинского. Карьером №1 ОАО «ЦГОКа» разрабатываются магнетитовые кварциты первого, второго и четвертого железистых пластов Саксаганской антиклинали. Карьер расположен в зонах сдвижения горных пород и земной поверхности бывших рудников им. Фрунзе, им. Коминтерна и им. К. Либкнехта.

Опыт отработки месторождений открытым способом в зонах влияния горных работ подземных рудников позволил выявить однотипность недостатков применяемых технологических схем, которые заключаются в следующем:

1. Для отработки массивов горных пород, находящихся в неустойчивом или обрушенном состоянии, применялись и применяются традиционные технологические схемы, предназначенные для открытой эксплуатации месторождений, устойчивость массивов горных пород которых не нарушена подземными работами.

2. Формирование рабочей зоны карьера горизонтальными слоями способствовало образованию зон обрушения на значительной площади карьера. Наиболее часто аварийные ситуации возникали в период вскрытия и подготовки нижележащего горизонта к отработке.

Анализ существующего опыта разработки месторождений открытым способом в зонах влияния горных работ подземных рудников показал, что применение традиционных технологических схем в рассматриваемых условиях создает определенные трудности при выполнении горных работ и приводит к снижению возможности достижения предусмотренных проектных показателей работы горнодобывающих предприятий.

Е.К. БАБЕЦ, канд. техн. наук, В.И. ЧЕПУРНОЙ, С.И. ЛЯШ,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОРОДНОГО МАССИВА В РАЙОНАХ МАСШТАБНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Изучение с земной поверхности состояния породного массива в районах масштабных подземных горных работ является актуальным направлением для оценки уровня геотехногенной безопасности объектов, попадающих в зону риска, обусловленного наличием выработанного пространства, образованного отработкой рудных залежей подземных способом.

Вокруг выработанного пространства происходят деформации, создающие силовое поле, электромагнитная и акустическая составляющая которого может характеризовать геодинамические явления в подработанном породном массиве.

Данное положение является чрезвычайно важным при выборе геофизических методов, которые можно эффективно использовать в рамках геофизического мониторинга структуры и состояния массива горных пород в районах масштабных подземных горных работ.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» удалось, в рамках натурных исследований, реализовать идею применения геофизических методов ЕИЭМПЗ и РАП для наблюдения и оценки состояния породного массива в районах масштабных подземных горных работ.

Исследования на основе применения методов ЕИЭМПЗ и РАП проводились на жизненно важном для г. Кривой Рог, техническом сооружении - городской автодороге, обеспечивающей проезд с северной группы рудников на трассу Кривой Рог-Кировоград. Участок автодороги проходит на земной поверхности породного массива над отработанной железорудной залежью. Отработка залежи выполнена шахтой «Родина» ПАО «Криворожский железорудный комбинат» с глубины 865 метров системами разработки с обрушением налегающих пород. В массиве горных пород и на земной поверхности на протяжении последних 30 лет происходит развитие техногенного геодинамического процесса, который проявляется в виде классической мульды сдвижения, включающей в себя следующие зоны: воронкообразования, обрушения, трещин опасного и общего влияния.

Для гарантированной безопасности эксплуатации ответственных технических объектов и сооружений к которым относятся и автодороги различного назначения, тщательно изучаются горно-геологические условия района их расположения с применением различных видов геофизических исследований.

Существующие в наблюдаемом массиве мощности и геологическое строение подработанной толщи разнопрочных пород осадочного чехла и кристаллического фундамента не позволяют прогнозировать во времени выходы зон обрушения на земную поверхность.

Учитывая высокую степень опасности обрушений на исследуемом техническом сооружении НИГРИ ГВУЗ «КНУ» провел методом регистрации комплекса параметров ЕИЭМПЗ и РАП системный геофизический мониторинг оценки состояния породного массива над отработанной железорудной залежью.

Обработка результатов измерений позволила выявить в наблюдаемом породном массиве 9 аномальных зон с различной степенью дезинтеграции, являющихся индикатором устойчивости массива над отработанной железорудной залежью.

Проводимые наблюдения показали, что аномальные зоны по профилю дороги представлены в виде столбообразных зон нарушений шириной 25-50 м с куполообразной верхней границей, которая находится по профилю дороги на глубине до - 120 м от поверхности наблюдений, а на остальной территории над отработанной железорудной залежью данный показатель равен 200-240 м.

Выполненный мониторинг показал, что система наблюдений методами ЕИЭМПЗ и РАП является эффективной и информативной применительно к изучению строения и оценки состояния породного горного массива в районах масштабных подземных горных работ.

Настоящая система позволяет изучать с земной поверхности характер распределения напряженного состояния массивов горных пород, оперативно прогнозировать динамику деформаций в породном массиве и оценивать уровень геотехнологической безопасности массива в районах масштабных подземных горных работ.

В.И. ЧЕПУРНОЙ, С.И. ЛЯШ, КОРНИЯШИК, З.С. ДОБРОВОЛЬСКАЯ,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КАРЬЕРОВ КРИВБАССА

Технологический процесс комплексов ЦПТ характеризуется поточностью непрерывностью и высокой производительностью. Устойчивая работа комплексов ЦПТ зависит от эксплуатационного состояния всех участков переработки горных пород.

При непрерывности технологического процесса даже кратковременная остановка одного участка комплекса ЦПТ приводит к остановке остальных, что отражается на технологических и экономических показателях работы горнодобывающего предприятия.

Оборудование комплексов ЦПТ работает при значительных нагрузках (удары, большие объемы перерабатываемой и транспортируемой горной массы, большая ее крупность и т.д.) при этом оборудование работает в агрессивной водной и атмосферной среде.

В условиях действующих комплексов ЦПТ изменение эксплуатационных параметров крепления, армировки и оборудования имеет сугубо индивидуальный характер.

Несвоевременно выявленные и не устраненные дефекты нередко перерастают в серьезные нарушения. Их последствия могут привести к значительным материальным затратам. Поэтому важно правильно и своевременно оценить состояние крепи армировки и оборудования комплексов ЦПТ.

Для предупреждения аварийных ситуаций на комплексах ЦПТ карьеров Кривбасса предусмотрено проведение технического диагностирования геотехнических сооружений и оборудования комплексов.

При техническом диагностировании комплексов ЦПТ необходимы нормативно обоснованные основные методические положения выполнения данного вида работ.

Разработанные НИГРИ ГВУЗ «КНУ» основные методические положения технического диагностирования комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса состоят из отдельных методик каждого из видов технического диагностирования геотехнических объектов и оборудования комплексов ЦПТ и включают:

анализ эксплуатационной, конструкторской и ремонтной документации диагностируемых комплексов;

исследования методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли породного массива прилегающего к диагностируемым комплексам;

проведение обследования крепления горных выработок диагностируемых комплексов;

проведение обследования ленточных конвейеров;

вибродиагностика оборудования диагностируемых комплексов;

проверка состояния металлических конструкций;

проверка состояния электрооборудования;

проверка состояния систем автоматизации, предупредительной сигнализации, защит, блокировок, приборов и устройств безопасности;

проверка состояния фундаментов;

проверка обследования колодцев крупного дробления;

изучение условий взаимодействия рельсового пути и вагонов наклонных подъемников.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» для технического диагностирования комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса разработал и впервые начал применять структурно-геодинамическое картирование состояния породного массива, прилегающего к диагностируемым комплексам, с помощью метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли («ЕИЗМПЗ»).

Эффект ЕИЭМПЗ от напряженного породного массива имеет механоэлектрическую природу, поскольку вызывается процессами изменения напряжения и деформирования в массиве горных пород.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» применяет предложенные основные методические положения технического диагностирования комплексов ЦПТ при выполнении научно-исследовательских и научно-технических работ на карьерах, которые эксплуатируются ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» и ПАО «Ингулецкий ГОК».

ОБГРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПОРОДНОГО МАСИВУ, ПРИЛЕГЛОГО ДО ТРАНСПОРТНОЇ СПОРУДИ «ШВИДКІСНИЙ ТРАМВАЙ» МІСТА КРИВИЙ РІГ

При будівництві у місті Кривий ріг лінії транспортної споруди «Швидкісний трамвай» широко застосовували метод заморожування породного масиву для проведення робіт у пливунах, а також на територіях прилеглих до шламосховища.

За більш ніж 30 річний період після завершення будівництва на територіях прилеглих до названої споруди відбулися значні зміни геологічного середовища. Вони включають порушення інженерно-геологічного, гідрогеологічного, геодинамічного характеру, котрі локалізуються головним чином у зонах тектонічних та неотектонічних порушень. Дослідженнями НДГРІ ДВНЗ «КНУ» виявлені зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів та масиву гірських порід над даними зонами, що робить такі ділянки аномальними у відношенні стійкості до зсувів та обвалень. На цих же ділянках локалізуються негативні гідрогеологічні та гідрохімічні процеси.

Основними причинами виникнення проблем, які можуть спричинити на транспортній споруді «Швидкісний трамвай» міста Кривий Ріг природно - техногенні аварії є:

розвиток ендегенних і екзогенних геологічних, в тому числі неотектонічних процесів, які активізують природні та техногенні рухи породного масиву, зсуви, провали, просідання земної поверхні;

відсутність постійного моніторингу довкілля, єдиної технічної політики щодо заходів, які запобігають техногенним аваріям, а також системи наукового вивчення негативних геологічних техногенних та екологічних процесів, що відбуваються у породному масиві прилеглому до названої споруди.

У даних умовах виникають труднощі з можливостями застосування традиційних (контактних) методів досліджень та прогнозу інженерно-геологічного, геодинамічного, геогідрологічного стану породного масиву, прилеглого до зазначеної споруди.

НДГРІ ДВНЗ «КНУ» має сучасне мобільне апаратурне обладнання та методики які показали високу ефективність виявлення ділянок породного масиву, що знаходяться в напруженому стані та деформуються у теперішній час, оцінці ступеня його порушеності в результаті негеологічних змін, визначення потенційно небезпечних ділянок зсуву, підвищеної волонасиченості зон, напрямку руху підземних вод.

Для визначення оптимального варіанту розв'язання зазначеної проблеми прогнозування та попередження можливих порушень породного масиву прилеглого до транспортної споруди «Швидкісний трамвай» міста Кривий Ріг актуальним і доцільним є проведення відповідної НДР «Визначення стану породного масиву прилеглого до лінії транспортної споруди «Швидкісний трамвай» міста Кривий Ріг для комплексної оцінки техногенної безпеки експлуатації споруди».

Мета НДР - комплексна оцінка техногенної безпеки експлуатації транспортної споруди «Швидкісний трамвай».

Виконання НДР включає:

геофізичні дослідження стану породного масиву прилеглого до споруди сучасними, безконтактними, мобільними апаратурними способами;

виявлення аномальних в інженерно-геологічному відношенні ділянок кристалічного фундаменту та осадкового чохла;

визначення головних чинників негативного впливу техногенних навантажень на транспортну споруду;

визначення геодинамічного стану породного масиву прилеглого до транспортної споруди;

комплексну оцінку техногенної безпеки експлуатації споруди.

Результати запропонованих досліджень дозволять надати вихідну інформацію для адміністративних державних органів про необхідність та об'єми проведення захисних заходів, щодо усунення умов виникнення природно-техногенних аварій відносно транспортної споруди «Швидкісний трамвай» міста Кривий Ріг.

Е.К. БАБЕЦ, А.А. СОВА, кандидаты технических наук,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОБЛЕМЫ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Проблемы открытой разработки крутопадающих месторождений в условиях техногенного воздействия подземных горных работ показаны в работах многих авторов: А.И. Арсентьева, Л.И. Барона, Б.И. Богослова, Л.И. Бушуева, В.В. Куликова, А.К. Полищука, М.Н. Пронина, А.Г. Шапаря, Э.И. Шкуты, Б.П. Юматова и других, которые утверждают, что главной составляющей этой проблемы является обеспечение безопасности отработки карьером массива горных пород в условиях техногенного воздействия подземных горных работ.

В работах А.К. Полищука, Б.П. Юматова, В.А. Хакулова, Л.И. Бушуева, С.А. Шатурина Б.П. Боголюбова освещены вопросы определения экономической целесообразности, рациональных и безопасных методов открытой разработки верхней части Никитовского, Хайдарканского, Норильского и Тырныазского месторождений в условиях техногенного воздействия подземных горных работ. Предложен комплекс мероприятий, обеспечивающий безопасную работу людей и оборудования в зонах обрушения и над незаложеными подземными камерами.

В.В. Куликов теоретически обосновал для условий Кривбасса техническую возможность совмещения открытых и подземных работ на одном шахтном поле. Предложена методика определения параметров воронок обрушения.

В работах Можжерина и др. рекомендуется бурение опережающих разведочных скважин в каждом взрывном блоке через 30 м по фронту горных работ. При этом, буровые станки рекомендовано устанавливать на расстоянии не более 10 м от крайних трещин массива.

В работах А.И. Арсентьева, А.К. Полищука, Б.А. Захваткина, С.Е. Филярчука, Н.К. Шанина, Ю.А. Чучина анализируется опыт открытой разработки ряда месторождений полезных ископаемых в условиях техногенного воздействия подземных горных работ. Описаны технологические схемы и применяемое горно-транспортное оборудование. Предложен ряд мероприятий, обеспечивающих повышение уровня безопасности производства открытых горных работ в условиях неустойчивого или обрушенного массива горных пород.

Как показал обзор исследований проблемы открытой разработки крутопадающих месторождений в условиях техногенного воздействия подземных горных работ обеспечение безопасности открытой разработки осуществляется следующими методами:

Предварительной закладкой пустот и подземных выработок скальными вскрышными породами. Погашение пустот и подземных выработок буровзрывным способом.

Опережающим бурением разведочных скважин, обеспечивающих не только обнаружение пустот и подземных выработок, но и при установке в этих скважинах специальных датчиков, выявление процессов, происходящих в неустойчивых массивах, которые предшествуют сдвигу горных пород.

Анализ рассмотренных работ показал, что им присущ один и тот же недостаток - для открытой разработки крутопадающих месторождений применяется набор традиционных технологических схем, предназначенных для разработки устойчивых массивов горных пород. Причем, эти технологические схемы даже частично не были модифицированы и адаптированы для работы в столь специфичных условиях. Открытая разработка неустойчивых массивов горных пород горизонтальными слоями обуславливает проведение большого объема опережающего бурения разведочных скважин для обнаружения пустот и подземных выработок, что приводит к существенному удорожанию горных пород.

Проведенные предварительные исследования показали, что результативное решение указанных выше проблем возможно при принятии нестандартного технологического решения - формировать рабочую зону карьера наклонными выемочными слоями, угол наклона которых равен руководящему углу наклона транспортных коммуникаций, а их высота определяется параметрами экскаваторного оборудования.

И.Е. МЕЛЬНИКОВА канд. эконом, наук, В.И. ЧЕПУРНОЙ, С.И. ЛЯШ, С.И. КОРНИЯШИК, З.С. ДОБРОВОЛЬСКАЯ, НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ КОМПЛЕКСОВ ЦПТ КАРЬЕРОВ КРИВБАССА

Важным условием роста конкурентоспособности продукции и обеспечения экономического роста такого структурного подразделения НИГРИ ГВУЗ «КНУ», как лаборатория контроля и оценки состояния шахтных стволов является обеспечение оптимального уровня затрат на производство выполняемых научных исследований и научнотехнических работ. Исследование этих затрат обеспечивает возможность определить уровень эффективности работы лаборатории гибко регулировать процесс деятельности лаборатории.

Производственный процесс названной лаборатории осуществляется посредством соединения факторов, которые его определяют: средств труда (основные средства), предметов труда (оборотные фонды), рабочей силы (трудовые ресурсы). Кроме этого на производственный процесс влияют определенные организационные, управленческие, технологические и другие факторы. Таким образом оценка производственных затрат - это комплексный анализ конечных результатов использования необратимых и обратимых активов, трудовых и финансовых ресурсов, а также нематериальных активов за определенный период времени.

В общем объеме производственной деятельности лаборатории на долю технического диагностирования состояния комплексов ЦПТ карьеров приходится до 70% от общего объема выполняемых работ. Эксплуатации комплексов циклично-поточной технологии (ЦПТ) карьеров Кривбасса за длительный период (более 40 лет) свидетельствует о том, что крепление, армировка и технологическое оборудование комплексов подвергается «старению» с потерей проектных параметров и работоспособности, что приводит к все более возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций с возможной угрозой безопасности перемещения людей и грузов.

Для предупреждения аварийных ситуаций на комплексах ЦПТ карьеров Кривбасса предусмотрено проведение технического диагностирования геотехнических сооружений и оборудования комплексов.

Для получения конкретных исходных данных позволяющих объективно выполнить прогноз возможности развития дефектов и разработать мероприятия по их стабилизации или устранения необходимо выполнить ряд трудоемких аналитических и технологических операций по всем видам работ технического диагностирования комплексов ЦПТ которые включают:

Анализ конструкторской, эксплуатационной и ремонтной документации диагностируемых комплексов;

- исследования методом ЕИЭМПЗ породного массива прилегающего к комплексам;
- исследование крепления диагностируемых комплексов ультразвуковым методом;
- проведение обследования ленточных конвейеров;
- проверка состояния фундаментов;
- оценка состояния рельсового пути наклонных подъемников (фуникулеров);
- исследование плавности движения вагона наклонного подъемника;
- вибродиагностика оборудования диагностируемых комплексов;
- проверка состояния металлических конструкций и электрооборудования;
- проверка состояния систем автоматизации, предупредительной сигнализации, защит, блокировок, приборов и устройств безопасности.

Фотохронометражные наблюдения проведенные при техническом диагностировании комплексов ЦПТ показали, что для снижения производственных затрат необходимо применять мобильные комплексы измерительной аппаратуры, использование которых позволит совмещать во времени проведение таких видов работ как исследование методом ЕИЭМПЗ состояния породного массива прилегающего к горнотехническим объектам и исследование ультразвуковым методом прочностных свойств крепления горнотехнических объектов, а также фундаментов технологического оборудования диагностируемых комплексов.

Е.К. БАБЕЦ, канд. техн. наук, В.И. ЧЕПУРНОЙ, С.И. ЛЯШ,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД НА УЧАСТКАХ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Разработка Криворожского месторождения железных руд осуществляется с 1881 г. Вследствие длительного производства горных работ, в Кривбассе создалась ситуация, когда в верхней части земной коры образовались выемки и пустоты антропогенного происхождения, что привело к созданию значительной концентрации неуравновешенного напряжения земной коры, которое ежегодно возрастает по мере углубления горных работ.

В ряде случаев открытая и подземная разработка ведется на одном участке месторождения, что создает определенные трудности, влияет на технико-экономические показатели горнодобывающих предприятий, безопасность ведения горных работ.

Зачастую открытая разработка проводится на участках антропогенного влияния подземных горных работ.

В Криворожском бассейне при отработке подземным способом залежей железных руд образуется выработанное пространство. При этом в массиве горных пород и на земной поверхности происходит развитие процесса деформаций. Наиболее опасными проявлениями последних являются провалы и воронки обрушения земной поверхности.

Процесс сдвижения подработанных шахтами толщ не завершен - фронты работ карьеров наступают на зоны еще не вышедших на контуры карьеров воронок, террас и трещин, мульды сдвижения продолжают развиваться.

Для изучения процессов изменения структуры и состояния названного массива горных пород НИГРИ ГВУЗ «КНУ» удалось, в рамках натурных исследований, реализовать идею применения мобильных геофизических методов ЕИЭМПЗ и РАП для наблюдения и оценки состояния породного массива при открытой разработке железных руд на участках антропогенного влияния подземных горных работ.

Методологической основой применения метода ЕИЭМПЗ для оценки деформационного состояния породного массива служит существование связи между процессом механического (пластично-хрупкого) разрушения горных пород и возникновением при этом импульсов электромагнитного излучения.

По повышенным значениям ЕИЭМПЗ выделяются зоны сжимающих напряжений, а по пониженным - зоны растяжения и трещиноватости. Относительная величина аномалии позволяет качественно судить об интенсивности проявления сжатия или растяжения природно-техногенной среды. Метод РАП используется для получения информации о естественном акустическом поле Земли, а именно - поле акустического резонанса, возникающего в толще горных пород под влиянием различных внешних факторов. Внешними факторами являются источники динамической активности земной коры, механические колебания, возникающие в результате напряжений земной толщи. Под влиянием вышеперечисленных факторов в слоистой толще возникают поперечные упругие колебания, при этом чем слабее контакты - тем большая возможность взаимного перемещения соседних слоев, и, следовательно - больше амплитуда возникающих резонансных колебаний.

Натуральные исследования на основе применения методов ЕИЭМПЗ и РАП проводились для геофизического сопровождения открытой разработки железных руд на восточном борту карьера №1 ПАО «ЦГОК», который находится в зоне антропогенного влияния подземных горных работ шахт «Октябрьская», «Большевик», «Фрунзе».

Выполненные исследования показали, что система наблюдений методами ЕИЭМПЗ и РАП является информативной применительно к оценке состояния породного массива при открытой разработке железных руд на участках антропогенного влияния подземных горных работ, позволяет оценивать уровень геотехнологической безопасности породного массива в зонах риска, обусловленного наличием выработанного пространства при отработке железорудных залежей подземным способом.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАГАЗОВАННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В КАРЬЕРАХ КРИВБАССА

Воздушная среда в карьерах Кривбасса представляет собой смесь из атмосферного воздуха и вредных примесей техногенного или природного происхождения. Поступление пыли и газов в воздушную среду карьеров определяется комплексом неуправляемых и управляемых факторов. К главным неуправляемым факторам относятся климатические условия, ветровой и термический режимы карьера, горно-геологическая характеристика месторождения, а к управляемым – технология, техника и организация горного производства.

Причиной повышенного, но, как правило, кратковременного загрязнения воздушной среды карьеров являются взрывные работы. Газопылевое облако при мощном массовом взрыве выбрасывает на высоту 150-250 м. Объем облака составляет 15-20 млн.м³, а концентрация пыли достигает в нем 4000 мг/м³.

При массовых взрывах выделяются также значительные объемы ядовитых газов – в основном окись углерода и окислы азота. Количество выделяемых газов зависит от типа ВВ, физико-механических и химических свойств взрывааемых пород.

Интенсивным и постоянно действующим источником загрязнения воздушной среды в карьерах является автотранспорт. В выхлопных газах содержится более 200 различных веществ. Наиболее опасна сажа, которая адсорбирует канцерогенные и другие токсичные вещества.

При естественном воздухообмене управление воздушной средой карьеров осуществляется за счет природных процессов. Применяемые мероприятия обеспечивают лишь частичное сокращение выбросов в окружающую среду. При отсутствии осадков, выделяющиеся вредные примеси интенсивно загрязняют воздушную среду.

Проветривание выработанного пространства карьеров ветровыми потоками может быть не эффективным с учетом перспективы отработки нижних горизонтов карьеров.

Поэтому необходимы дополнительные источники интенсификации проветривания нижних горизонтов карьеров. Это обеспечит поддержку нормального состояния воздушной среды карьеров. Особенно это важно при неблагоприятных погодных условиях, когда происходит усугубление экологической ситуации, а в соответствии с требованиями ЕПБ возникает необходимость прекращения производства горных работ.

Одним из средств по сокращению зон повышенной загазованности воздушной среды карьеров является установка импульсного мелкодисперсного орошения УСТИМОР, разработанная НИГРИ ГВУЗ «КНУ». Установка УСТИМОР использует безмашинное преобразование энергии. Вода в атмосферу вытесняется расширяющимися газами, образующимися при сжигании в водовоздушнонапорном аппарате сжатой топливной смеси. Высокие давления выплеска получаются при сравнительно низких затратах энергии (0,26-0,3 г бензина на литр воды).

Данная установка была испытана на полигоне института ВНИИБТГ и получила высокие оценки специалистов. Дальность полета струи составила 150-180 м.

При этом дисперсность водного аэрозоля была в пределах 50-250 мкм, что является наиболее приемлемым для применения в качестве формирования воздушных потоков как нисходящих, так и восходящих.

Кроме этого, мелкодисперсный аэрозоль взаимодействует с витающей в карьере пылью и вступает в реакцию по нейтрализации вредных газов, что приводит к нормализации воздушной среды карьера и сокращает уровень вредных выбросов в окружающую атмосферу.

С этой установкой легко создавать внутрикарьерные термики, а также искусственные инверсионные заграждения, при формировании запирающего слоя.

Установку УСТИМОР можно использовать при аварийных выбросах с целью локализации источника загрязнения. Сфера использования установки может быть расширена в зависимости от поставленных задач и разработанных методов их осуществления

Е.К. БАБЕЦ, канд.техн.наук, В.И. ЧЕПУРНОЙ, С.И. ЛЯШ С.И. КОРНИЯШИК,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАММА-ГАММА МЕТОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ДСФ ШАХТ КРИВБАССА

Для оперативной оценки содержания железа в окисленных рудах широко применяется гамма-гамма метод (ГГМ). На железорудных шахтах Кривбасса он наиболее распространен при контроле качества железорудного сырья на различных стадиях его переработки.

Принцип работы аппаратуры ГГМ следующий: гамма-кванты, излучаемые радиоизотопными источниками, попадают на продукт рудоразработки, отражаясь от поверхности, попадают в сцинтилляционный детектор. Гамма-кванты вызывают в сцинтилляционном детекторе вспышки света. Световые сигналы, возникающие в детекторе под воздействием гамма-излучения, преобразуются фотоумножителем в электрические импульсы и по соединительному кабелю поступают в панель управления, где усиливаются и нормализуются по амплитуде и длительности. Скорость счета нормализованных импульсов определяется интенсиметром. В качестве источника гамма-излучения используется, как правило, закрытые радиоизотопные источники с энергией гамма-квантов от десятков до 200 кэВ.

В этом диапазоне энергий преобладают, в основном, два процесса: комптоновское рассеяние гамма-квантов на электронах и фотоэлектрическое поглощение их атомами вещества.

В настоящей работе использовали эталонирование приборов ГГМ на рабочих эталонах. Для эталонирования приборов использовали насыпные модели-эталонны.

Руда для насыпных эталонов выбиралась из тех фракций, которые необходимы для контроля продуктов рудоразборки. Толщина слоя в эталонных пробах определялась с учетом изменений плотности исследуемой среды: для фракций - 10 мм -20 см; +10-25 мм - 30 см; +25-50 мм - 50 см.

Для измерения содержания железа в продуктах рудоразборки была использована следующая схема опробования: сначала определялось содержание железа во фракции -100 и +100 мм, а затем после отсева – во фракциях -10 мм, +10-25 мм, +25-50 мм. Измерения проводились в ящиках, для чего насыпался необходимый слой руды. На одной пробе проводилось не менее 20 замеров.

Определение содержания железа сводилось к пересчету с помощью эталонировочных графиков величин скорости счета в величины содержаний железа.

Результаты замеров по каждой фракции усреднялись путем вычисления среднеарифметического значения.

Точность и достоверность определений содержания железа в пробах оценивались путем сопоставления данных геофизического опробования методом ГГМ с результатами традиционного геологического опробования.

При таких сопоставлениях результаты геологических методов опробования, основанные на химических анализах отбираемых проб, принимались за истинные.

Геофизические методы опробования по отношению к геологическому являются совмещенными или сопряженными. При плохом усреднении материала пробы, что наблюдается при крупных фракциях материала, расхождения между данными геологического и геофизического опробования закономерны и неизбежны.

В результате выполненных работ установлено:

1. В условиях ДСФ шахт Кривбасса применение гамма-гамма метода для оценки содержания железа возможно на всех стадиях рудоподготовки железорудного сырья.
2. Для классов крупности -10 мм, +10-25 мм, +25-50 мм при контроле содержания железа с необходимой точностью требуется создание номинального слоя насыщения и введение поправочных коэффициентов при эталонировании геофизических приборов.
3. Применение гамма-гамма метода дает возможность получить экспресс-информацию о качестве железорудного сырья и железорудной продукции в течение короткого промежутка времени (1-2 мин), что позволяет создать информативно-регулирующие локальные системы для всего технологического процесса переработки добытой рудной массы.

П.И. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет,
И.Е. МЕЛЬНИКОВА, канд. эконом. наук, В.И. ЧЕПУРНОЙ, С.И. ЛЯШ,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

НАПРАВЛЕНИЕ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ РУЧНОГО ТРУДА ПРИ ПРОХОДКЕ ВОССТАЮЩИХ ВЫРАБОТОК НА ШАХТАХ КРИВБАССА

Одним из основных и наиболее трудоемких производственных процессов при подземной разработке в Кривбассе месторождений железных руд является подготовка выемочных блоков к очистным работам. Удельный объем трудовых затрат на эти работы составляет 40-50 % общих затрат на добычу руды.

Развитие систем разработки мощных рудных тел привело к появлению серии выработок малого сечения, составляющих основу конструктивного оформления систем. При этих системах для подготовки блоков к очистной выемке проходят восстающие выработки различного назначения. Трудовые затраты на проходку восстающих достигают в отдельных случаях почти половины общих трудовых затрат на подготовку блоков к очистным работам.

В настоящее время на шахтах Криворожского бассейна ежегодно проходят порядка 27 тыс.м восстающих выработок. Подавляющее большинство выработок (96,7%) проходят буровзрывным (шпуровым) способом. Проходка восстающих шпуровым способом - осуществляется с устройством временных полков (78,9) и с применением самоходных комплексов (17,8%).

Средние скорости проходки восстающих остаются до настоящего времени относительно низкими (25-30 м/месяц), поэтому проходка восстающих занимает значительную часть в общей продолжительности подготовки блоков к очистным работам.

Низкие скорости проходки восстающих при средней производительности труда 0,94 м³ чел.-смену вызваны практически повсеместным применением мелкошпурового способа проходки с оборудованием выработок деревянными полками и лестничным ходом. При такой технологии доля ручного труда в объеме проходческого цикла превышает 80%.

Низкая производительность и высокие затраты ручного труда при проходке восстающих определяют необходимость поиска новых, простых, доступных в современных условиях производства технологических и технических решений эффективного разрушения горных пород, применительно к проходке восстающих.

На основании вышеизложенного выполнен комплекс исследований, которые позволили разработать комбинированный способ проходки восстающих выработок, в соответствии с которым в центре поперечного сечения выработки и на всю ее высоту механическим или термомеханическим способом образуют компенсационную полость диаметром 0,5-0,6 м. Вокруг компенсационной полости по одной из диагоналей восстающей выработки бурят 2 скважины диаметром 85-105 мм, а по второй диагонали - диаметром 65-75 мм. Указанные скважины заряжают ВВ и взрывают с интервалами замедления не менее 50 мс.

Наиболее простым и доступным способом образования компенсационной полости является буровзрывной. Этот способ, не требуя применения специального бурового оборудования, позволяет создавать компенсационную полость требуемых размеров при проходке тупиковых восстающих выработок высотой до 15 м.

Способ основан на поярусной отбойке массива зарядами скважин диаметром 60-105 мм с использованием врубовых полостей диаметром 250-300 мм.

Испытания технологии проходки восстающих выработок комбинированным способом дают основания говорить о перспективности данного способа.

Анализ фотохронометражных наблюдений за проходкой восстающих взрыванием скважин на компенсационную полость показал, что данный способ позволяет до 70% механизировать основные технологические операции. При этом исключаются воздействие на проходчика вибрации, попадания на него воды и бурового шлама, упрощается технология работ, ликвидируются такие операции, как оборудование выработки деревянными полками, трубами, многократное повторение циклов бурения, заряжания, взрывания и уборки породы. Способ позволяет вывести проходчика из забойного пространства, ограничить контакты промышленного персонала с ВВ, значительно уменьшить затраты ручного труда.

Б.И. РЫБАЛКО, канд. техн. наук, доц., НИГРИ ГВУЗ «КНУ»,
С.В. ЩЕРБИНА, канд. физ.-мат. наук, Институт геофизики НАН Украины,
Е.С. ВАСИЛЕНКО, инженер, ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ШАХТАХ

В сейсмологии распространены методики определения координат эпицентра землетрясения по сигналам трех и более сейсмостанций и координат гипоцентра по сигналам четырех и более сейсмостанций. При контроле микросейсмической активности в железорудных шахтах и по техническим условиям, и по экономическим причинам возникает необходимость, а на начальных этапах единственная возможность, определения координат гипоцентра геомеханических явлений по сигналу одного трехкоординатного зонда. При определении углов азимутов контролируемых явлений по соотношению амплитуд сигналов трехкоординатного зонда, важным является одинаковая чувствительность по отдельным измерительным каналам. Аппаратная часть измерительных каналов (датчики, встроенные усилители, АЦП) после изготовления настраиваются на одинаковые коэффициенты передачи и тестируются. Но конструктивные особенности корпусов измерительных зондов, расположение и способы монтажа зондов на бетонной площадке защитного шкафа или в скважине, особенности бетонной площадки или скважины, свойства прилегающего массива вносят существенную разницу в затухание сигналов по разным каналам.

Периодические измерения и режим непрерывного мониторинга при расположении шкафа в штреке, показали, что чувствительность по направлению вдоль штрека, поперек штрека и в вертикальном направлении значительно отличаются. Серией экспериментов установлено, что наибольшая чувствительность поперек штрека и наименьшая в вертикальном направлении. В качестве гипотезы принято, что средние значения сигналов от большого количества явлений в однородном горном массиве одинаковы по всем каналам (координатам) измерения. По результатам непрерывного мониторинга были определены соотношения сигналов для трех групп явлений, а именно естественных микросейсм земли, геомеханических явлений в зоне мониторинга 0-2км и массовых взрывов в карьерах на расстоянии 6-32 км. При этом, в сигналах микросейсм, геомеханических явлений, в сигналах от массовых взрывов в разных карьерах соблюдается характерная закономерность соотношения амплитуд сигналов по каналам измерения. Эта закономерность и характеризует коэффициент передачи от неразрушенного массива до измерительных датчиков в разных направлениях Z , N и E . При сейсмическом мониторинге состояния массива горных пород шахт значимыми являются геомеханические события, поэтому на данном этапе для коррекции рекомендуются коэффициенты по этой группе явлений, а именно $k_z=1,647$, $k_n=1,185$ и $k_e=0,645$.

Наряду с одинаковой чувствительностью по отдельным измерительным каналам, важным является компенсация характеристики диаграммы направленности датчиков и влияния поверхностных и отраженных волн. Серией экспериментов в однородных массивах, в т.ч. и на убранном сельскохозяйственном поле установлено, что соотношение сигналов по оси датчика и в перпендикулярном направлении в среднем составляет 1:0,311. В отличие от действительного угла, без компенсации невозможно получить расчетные углы 0 или 90 град. и близкие к ним.

При расчете угла азимута предложено применять компенсацию путем вычитания из амплитуд по Z , N и E каналам части максимальной амплитуды (в данном случае $0,311A_{\max}$).

Горизонтальный угол азимута определяется относительно оси E (в плоскости осей E и N): $\alpha' = \arctg(A_n''/A_e'')$, вертикальный угол азимута определяется относительно оси вектора Men'' (в плоскости Men и оси Z): $\beta' = \arctg(A_z''/Men'')$; где A_n'' , A_e'' , A_z'' - скорректированные и скомпенсированные значения амплитуд; $Men'' = \sqrt{A_e''^2 + A_n''^2}$.

Достоинством методики компенсации является отсутствие накапливающейся ошибки. Наличие неточностей в определении, как расстояний, так и углов азимута α и β , имеющих нормальное распределение, компенсируется статистической (по большому количеству регистрируемых явлений) оценкой сейсмической активности в объеме квантования зоны мониторинга (м.о., ЛСП, гор.). Требование однозначности определения октанта события выполняется учетом только явлений, позволяющих однозначно определить направление первого вступления по всем трем каналам.

Л.Г. НАСТОБУРКО, канд. техн. наук, Академія гірничих наук України
Ю.Ю. КРИВЕНКО, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ДНИЩА ВИДОБУВНОЇ ПАНЕЛІ ТА СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ РОЗБУРЮВАННЯ РУДНОГО МАСИВУ

У відомій технології розробки рудних родовищ з обваленням руди та вмшуючи порід видобувають руду з проведенням в них бурових, випускних та доставних виробок. Бурові виробки проводять вздовж повздовжньої лінії видобувної дільниці, в її підшивці.

При проходці доставних виробок, в їх бокових стінках створюють щілини шляхом підриву зарядів свердловин пробурених з бурової виробки. Сумісно з бурінням цих свердловин бурять свердловини по контурах випускних виробок та віяла в нижній частині дільниці. Проходку виробок та відбійку руди в нижній частині дільниці здійснюють короткосповільненим підриванням свердловин на щілину в один прийом рядами, знизу вгору, з випередженням відносно до відбійки руди в нижній частині дільниці. Недоліком цієї технології є те, що розміщені в охоронному цілику бурової виробки недозаряджені частини свердловин при виконанні підривних робіт під дією ударних хвиль руйнуються, що руйнує і сам цілик. В результаті з ладу виходить днище та залишається не випущена відбита руда. Крім того, при створенні виробок випуску та доставки руди під дією потужних свердловинних зарядів ВР руйнується спрягання їх в вертикальній частині та обвалюється в виробку доставки.

Таким чином видобувати руду дільниці не є можливим і в ньому залишається відбита руда.

Для удосконалення способу розробки рудних родовищ з підповерховим обваленням руди та вмшуючи порід проводять комплекс господарчих виробок, вентиляційних виробок. З господарчих виробок проводять виробки доставки руди, бурові виробки, з виробок доставки руди довжиною 1-1,5 м проводять заходки.

З бурових виробок вибурюють свердловини для відбійки рудного масиву та свердловини для оформлення випускного вікна. Нижні свердловини в віялах бурять в буровій виробці під кутами α які дорівнюють

$$\alpha = 90^\circ - A,$$

де A - кут, тангенс якого визначається виразом

$$\operatorname{tg} A = \frac{l - 0,5l_\sigma}{(h_u + h_q) - (h_\sigma + h_n)},$$

де l - відстань між вісями доставної та бурової виробки; l_σ - ширина бурової виробки; h_u - висота цілика над виробкою доставки; h_q - висота виробки доставки; h_σ - висота бурової виробки; h_n - відстань від підошви виробки доставки до підошви бурової виробки.

Після підривання свердловин відбивається рудний масив панелі та одночасно оформлюється випускне вікно.

При цьому забезпечується цілісність ціликів над виробками доставки руди спрягань доставної виробки з випускним вікном.

Відбиту руду за допомогою випускних та доставних механізмів (наприклад, скреперних установок) випускають та доставляють до місць розвантаження.

Застосування запропонованої системи розробки рудних родовищ з обваленням руди та вмшуючих порід дозволяє шляхом виключення можливості застосування свердловин при підриві їх з недозарядом, а також шляхом забезпечення можливості розміщення нижніх свердловин в віялах для розбурування рудного масиву панелі на верхньому кордоні ціликів днища панелі досягти підвищення витривалості днища панелі, зниження або виключення недозаряду свердловин та перебуру їх.

Крім того, скорочується час на обурювання рудного масиву та об'єму буропідривних робіт, що дозволяє підвищити надійність системи розробки, знизити втрати руди, а також покращити санітарно-гігієнічні умови працівників.

Л.Г. НАСТОБУРКО, канд. техн. наук, Академія гірничих наук України
Ю.Ю. КРИВЕНКО, І.П.КУШНЕРЬОВ, кандидати. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ГІРНИЧОГО ТИСКУ ТА ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ВИРОБОК ДНИЩА ВИДОБУВНИХ БЛОКІВ

Впровадження на гірничо-видобувних підприємствах систем розробки з обваленням руди та вмшуючих порід та застосуванням самохідних навантажувально-доставочних машин має ряд недоліків, серед яких суттєвими є те, що:

створення декількох випускних траншей створюють надлишковий гірничий тиск, під дією якого завсякчас руйнуються виробки днища, що пов'язано як з небезпекою виконання гірничих робіт в ньому, так і з витратами часу та коштів на їх ремонт та відновлення, а також із втратами відбитої руди;

в днищі з декількома випускними траншеями залишаються не відробленими цілики, розташовані між траншеями та між навантажувальними заїздами, що збільшує втрати руди;

відбійка руди супроводжується підвищенням об'ємом виходу негабариту, з переушільненням в випускних траншеях.

Для вирішення вказаних проблем підповерх поділяють на віємні одиниці (в.о.) у вигляді вертикальних шарів, з шириною кожного з них яка дорівнює ширині випускної траншеї, по верхніх краях її, які відповідають гірничо-геологічним та гірничотехнічним умовам відробки в.о.

Для відробки в.о. на підповерховому горизонті проводять господарчу та вентиляційну виробки, із яких проводять доставні виробки та буродоставочну виробку, які з'єднують навантажувальними заїздами, які пройдені під кутом 45-60° по відношенню до лінії вісі в.о. З буродоставної виробки проходять компенсаційні підняттяві під кутом 60-65°, які відповідають куту стінки випускної траншеї та вибурають вертикальні свердловини, виконуючи в них камуфлетні вибухи і утворюють компенсаційні порожнини. Відбивають руду у масиві підриваючи свердловини секціями почергово по довжині в.о. Відбиту руду випускають та доставляють з навантажувальних заїздів до пунктів розвантаження навантажувально-доставних машин.

По мірі випуску руди, в навантажувальних заїздах вибурають та підривають віяла свердловин, чим зміщують випускний отвір в траншеї до краю в.о. та розширяють зону випуску з нього. У результаті підвищується продуктивність випуску руди та НДМ. При розділенні підповерхів на віємні одиниці у вигляді вертикальних шарів з шириною кожного з них які дорівнюють ширині траншеї, по верхніх краях її, значно спрощується конструкція днища, площа його зменшується, що сприяє зниженню шкідливої дії гірничого тиску, стійкості виробок днища та забезпечує підвищення безпеки гірничих робіт, зменшенню витрат та часу на відновлювальні роботи, зниженню втрат руди та засміченню. У зв'язку з проходкою компенсаційних підняттявих в траншеї та утворенням порожнин після камуфлетних вибухів у шарі що відпрацьовується підвищується якість дроблення рудного масиву, збільшується коефіцієнт розпушення відбитої руди, знижується вихід негабаритних кусків, забезпечується вільний потік відбитої руди в навантажувальному заїзді, що підвищує безпеку праці робітників при випусканні руди, збільшується продуктивність випуску та доставки її, знижуються матеріальні витрати та час на ліквідацію негабариту, а також знижуються втрати та засмічення руди.

При почерговому підриванні віяла свердловин, вибураєних із навантажувальних заїздів до стінки траншеї, починаючи від спрягання заїзду з буродоставною виробкою, ліквідується гострий кут спрягання навантажувального заїзду зі стінкою траншеї, поступово, по мірі відбійки руди віялами свердловин випускний отвір зміщується до вертикальної площини відбиває мого шару та випуск руди через нього здійснюється з таким самим зміщенням без залишання гребенів. При цьому, збільшується коефіцієнт її розпушення, зменшуються цілики між виробками днища які залишаються невідпрацьованими. В цілому це підвищує безпеку праці гірничих працівників; збільшує продуктивність випуску та доставки руди, знижує втрати засмічення руди.

Реалізація такого способу відробки рудних родовищ забезпечує підвищення безпеки та санітарно-гігієнічних умов праці гірничих робітників, зниження гірничого тиску та підвищення стійкості виробок днища, зменшення матеріальних витрат, підвищення продуктивності випуску та доставки руди та зниження втрат та засмічення руди.

Л.Г. НАСТОБУРКО, канд. техн. наук, Академія гірничих наук України
Ю.Ю. КРИВЕНКО, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ДРОБЛЕННЯ РУДНОГО МАСИВУ СТЕЛИНИ БЛОКУ ТА ЗНИЖЕННЯ ОБ'ЄМУ ВИХОДУ НЕГАБАРИТНИХ КУСКІВ РУДИ

Впровадження на гірничо-видобувних підприємствах систем розробки рудних родовищ блоками з поверховим примусовим обваленням руди та вміщуючи порід з компенсаційними камерами в блоках при якому оформлюють днища для випуску відбитої руди з компенсаційної камери та граничного з нею цілика блоку, вибурюють свердловини для відбійки руди камери, цілика та стелини камери, потім відбивають рудний масив цілика та стелини та випускають відбиту руду через обидва днища: камери та цілика.

Недоліком відомої технології полягає в тому, що для відбійки рудного масиву стелини підривні свердловини вибурюють в неї з бурової виробки, пройденої в цілику, що пов'язано з необхідністю бурити в стелину наддовгі свердловини, (довжина яких дорівнює ширині стелини плюс половина ширини цілика) які відхилюються від заданого напрямку, вони розходяться або з'єднуються.

При цьому вибухова речовина в стелині розподіляється нерівномірно, що пов'язано з неякісним дробленням її масиву та виходом більшого об'єму негабаритних кусків руди.

У результаті чого різко знижується продуктивність випуску та доставки руди через необхідність дробити негабарит в випускних виробках, збільшуються втрати та засмічення руди та різко збільшується небезпека роботи при випуску та відвантаженні руди.

Поставлена задача покращити спосіб розробки рудних родовищ блоками з поверховим примусовим обваленням руди та вміщуючи порід з компенсаційними камерами в блоках.

Реалізація способу розробки та його технологічна сутність полягає в наступному.

Поверх поділяють на блоки, кожен з яких складається з компенсаційної камери, стелини камери, міжкамерного цілика.

У блоці, який підлягає підробці в першу чергу оформлюють днища для камери а також цілика та проводять бурові виробки та бурові виробки для буріння свердловин в стелину.

У блоці, який підлягає видобуванню в другу чергу проводять бурову виробку одночасно з такою ж виробкою.

Відробляють камеру та вибурюють свердловини і в обох блоках.

Свердловини заряджають вибуховою речовиною тільки ті частини, які знаходяться в межах стелини.

Підриванням свердловин та частини свердловин обвалюють стелину та цілик та виконують загальний випуск руди під налягаючи ми породами через днища.

У зв'язку з вибурюванням вибухових свердловин в стелину компенсаційної камери з бурових виробок, пройдених в ціликах сумісних блоків, можливо рівномірно розподілити вибухову речовину в масиві стелини камери, що забезпечує якісне дроблення руди в ній, знижує об'єми виходу негабариту, підвищує безпеку виконання робіт по випуску та доставки руди, збільшує продуктивність випуску та відвантаження руди та знижує втрати та засмічення руди.

Реалізація технології відробки рудних родовищ забезпечує підвищення безпеки та санітарно гігієнічних умов праці гірничих працівників по випуску та відвантаженню руди, якісне дроблення рудного масиву стелини та зниження об'єму виходу негабаритних кусків руди, в результаті чого збільшується продуктивність випуску та доставки руди, знижуються втрати та засмічення руди.

О.В. МОРГУН, ПАТ «ЕВРАЗ Суха Балка»,
С.М. ЧУХАРЄВ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕХОДУ ШАХТ ПАТ «ЕВРАЗ СУХА БАЛКА» НА ЛЕГКІ ВИДИ КРІПЛЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

ПАТ «ЕВРАЗ Суха Балка» є потужним сучасним об'єднанням, яке прийняло курс на інтенсифікацію гірничих робіт на шахтах Криворізького залізорудного басейну. Прийнятий курс потребує реалізації комплексу заходів, що забезпечать надійне та ефективне виконання всіх операцій технологічного циклу.

До числа головних напрямків підвищення ефективності гірничих робіт відноситься забезпечення стійкості підготовчих гірничих виробок, оптимізація витрат на їх підтримку, заснована на виборі систем кріплення, що відповідають конкретним геомеханічним умовам шахт.

Отже, метою досліджень є обґрунтування ефективних напрямків функціонування підготовчих виробок шахт ПАТ «ЕВРАЗ Суха Балка» на основі результатів комплексного аналізу існуючого їх стану, аналізу можливості зниження витрат на придбання металокріплення, пошуку технологічних матеріалів для підвищення ефективності виробництва за рахунок застосування композитних анкерів і визначення напрямків досліджень для вирішення важливої проблеми - зниження собівартості кріплення гірничих виробок.

У даний час на шахтах ПАТ «ЕВРАЗ Суха Балка» при проведенні та експлуатації гірничих виробок у досить великих обсягах використовується дороге металеве кріплення УПК.

Частка такого кріплення в загальній собівартості становить понад 69 %, що приводить до погіршення економічних показників видобутку залізної руди.

У свою чергу, в структурі неметалевих видів кріплення використовуються переважно анкери трубчасті (65,6 %), клинові анкери (10,3 %), залізобетонне анкерне кріплення (10,4 %) і набризк-бетонне кріплення (13,7 %).

Проглядається тенденція перевищення на шахтах ПАТ «ЕВРАЗ Суха Балка» обсягів кріплення анкерним кріпленням над обсягами металевого кріплення, у т.ч. на ш. Ювілейна з 2006 р., а на ш. Фрунзе - з 2010 р.

Була розглянута можливість використання різних видів кріплення: універсального податливого (УПК), трубчастого анкерного, залізобетонного анкерного, сталеполімерного анкера у виробках з різним терміном служби - орт-заїзди, підготовчі та бурові виробки.

У результаті аналізу поточного стану кріплення гірничих виробок на шахтах ПАТ «ЕВРАЗ Суха Балка» розроблено пропозиції для проведення експерименту, що включають у себе виділення зони можливої заміни УПК на анкерне (комбіноване) кріплення, заміну кріплення УПК на АСП у бурових і підготовчих виробках в слабостійкому масиві та заміну профілю СП-22 на СП-17 при кріпленні ортів-заїздів.

Перший етап експерименту, проведений в 2015 р. підтвердив технічну можливість та економічну доцільність прийнятих рішень.

Так, тільки за 4 місяці 2015 р. ефект від застосування залізобетонного анкерного кріплення при проходці 240 п.м. виробок на ш. Ювілейна (1340-1420 м) та ш.Фрунзе (1135 м) склав 1,627 млн грн.

Продовжується експеримент по оптимізації кріплення виробок, пройдених у складних гірничо-геологічних умовах.

Позитивне завершення експерименту дозволить замінити дороге металеве кріплення УПК на сталеполімерне анкерне.

Це в два рази зменшить собівартість кріплення.

Наступними етапами впровадження легких видів кріплення стануть розробка методики проведення експерименту, «Дослідного типового паспорта» на кріплення експериментальної ділянки вироблення анкерами на полімерній і залізобетонній основі під бурову коронку 32 мм, проведення експерименту і виконання економічного розрахунку за результатами експерименту.

В.О. КАЛІНІЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., К.М. КОВБИК, асистент,
Т.С. ГРИЩЕНКО, ст. викладач, Криворізький національний університет

ВПЛИВ ОБВОДНЕННЯ МАСИВУ ГІРСЬКИХ ПОРІД НА МЕХАНІЗМ ЇХ РУЙНУВАННЯ, В УМОВАХ ВИСОКОГО ГІРНИЧОГО ТИСКУ НА ШАХТАХ КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ

На сьогодні більшість підприємств, які спеціалізуються на видобуванні корисних копалин підземним способом у Кривому Розі, час від часу стикаються з такою проблемою як обводнення рудного тіла.

Додати до цього складні гірничо-геологічні умови, оскільки на даний момент більшість робіт ведеться на глибині яка перевищує 1300 м, то отримуємо дуже складне для подальшої розробки геологічне тіло.

Обводнення родовища змушує вносити ряд особливостей в систему розробки.

Вода в робочому просторі не тільки знижує продуктивність праці, а також несе небезпеку людям які працюють в таких умовах.

Бокові породи, поглинаючи воду, слабшають і стануть більш схильні до вивалів.

Кріплення під дією води, втрачають свої міцнісні властивості. Кількість водопритоку на горизонті значною мірою впливає на кількісні й якісні показники вилучення корисної копалини з блоку.

Для вирішення такої специфічної проблеми як обводнення гірських порід, існує дуже багато методів протидії.

Основними із них є дренаж та осушення родовища (ділянки родовища).

Дані процеси характеризуються великими техніко-економічними затратами з боку підприємства.

Щоб вирішити зазначену проблему, був виконаний аналіз заходів, які використовуються на інших родовищах: пластових нафтових та ін.

На основі виконаного аналізу запропоновано часткові методи протидії обводненню й вторинному обводненню в тих технологічних процесах, де наявність води у виїмковій одиниці має значний вплив, і навпаки.

Мається на увазі, що для процесу випуску й доставки відбитої руди наявність води в очисному блоці підвищує показники втрат корисної копалини.

Під час відбійки рекомендовано використати обводненість для збільшення об'єму рудної маси, що відбивається за одне підривання без значного погіршення показників подрібнення, запропоновано відповідні технології.

Отже, за рахунок використання наявності води у нестійких тріщинуватих рудах є можливість збільшити відбиваємий об'єм рудної маси за один вибух.

При цьому можливо зменшити затрати на вибухові речовини без значних змін у самому процесі відбійки.

Для визначення оптимальних умов застосування відбійки в обводненому середовищі, пошуку оптимального методу локалізації притоку води на час випуску руди планується провести ряд експериментів, оскільки досліджень з відбійкою в обводненому середовищі для родовищ багатих залізних руд в умовах високого гірничого тиску, на сьогодні практично немає.

Планується використати об'ємні моделі з матеріалу близького до реальних умов з різною ступінню тріщинуватості та наявністю води у тріщинах.

На основі подальших дослідів буде встановлено вплив наявності води у нестійких тріщинуватих рудах, на процес відбійки при підземній розробці рудних родовищ корисних копалин.

Б.И. РЫБАЛКО, канд. техн. наук, А.И. ФЕДОРЕНКО, ст. научн. сотрудник,
Д.Е. ЧИСТЯКОВ, ст. научн. сотрудник, Т.В. МИЛЕЙКО, и.о. мл. научн. сотрудника,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ОСОБЕННОСТИ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ШАХТЕ АРТЕМ-1

Наиболее опасными динамическими проявлениями горного давления при подземной отработке удароопасных рудных месторождений являются горно-тектонические удары.

Они характеризуются мгновенным разрушением породы в глубине массива, вызывающим последующее хрупкое разрушение в выработках и целиках в форме горного удара, как правило, на больших площадях.

Горно-тектонические удары сопровождаются сильным сотрясением массива, резким звуком, образованием пыли и воздушной волны. Координаты ударов можно определить только с помощью сейсмостанции.

Горно-тектонический удар - событие высокого энергетического порядка, которому предшествуют некоторые события с меньшей энергией.

В области прогнозирования возникновения потенциально опасных событий достижений пока мало.

Поэтому необходимость проведения сейсмического мониторинга в шахтах Кривбасса весьма актуальна. Прогнозирование возникновения потенциально опасных событий тем значимее, чем ранее они выявлены.

Непрерывный сейсмический мониторинг, проведенный на шахте Артем-1 ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», позволил рекомендовать применение данного метода в условиях промышленной эксплуатации, с учетом некоторых требований.

Обработка информации, полученной в результате применения сейсмоакустического метода исследования горного массива на шахте Артем-1 ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», включает в себя несколько этапов: первичную обработку регистрируемых сигналов; идентификацию значимых явлений; определение координат значимых явлений; статистическую обработку результатов непрерывного мониторинга; моделирование геологического и геомеханического состояния массива горных пород.

Автоматизированная обработка записи сигналов событий, зарегистрированных с помощью приемника УК 16 (3 датчика), осуществлялась программой WSG.

На полученных сейсмограммах визуально идентифицировались события, характеризующие геомеханические явления, происходящие в массиве горных пород.

Программой обеспечивались: автоматизированная обработка по времени прихода P, S и L волн и по направлению их вступлений, а также определение значимых сигналов по амплитуде, определение спектральной плотности сигнала, определение энергии сигнала, определение длительности сигнала, оценка расстояния по степени затухания.

Разработана классификация геомеханических явлений.

Даны критерии оценки состояния массива для прогнозирования возникновения потенциально опасных ситуаций при производстве горных работ.

При этом прогнозирование подразделяется на первичное - по количеству событий в единицу времени (первоначально выдается автоматический сигнал «обратить внимание») и на экспертное - дается экспертная оценка качества выделенных событий.

В ходе первичной обработки информации выявлен ряд проблем, в частности: идентификация событий проводилась по виду записей сигналов сейсмозондов и анализу сопутствующей информации; отсутствие регионального годографа; отсутствие достаточного количества применяемых приемников; для установления координат гипоцентра значимого явления и точности определения времени первых вступлений сейсмических волн необходимо учитывать особенности среды и как следствие - поведения (преломление, отражение) сейсмических волн на границах разноскоростных сред.

По имеющимся экспериментальным данным можно сказать, что с учетом решения выявленных проблем, применяемый метод функционален в условиях промышленной эксплуатации.

УДК 622.062: 622.281

В.В. ХВОРОСТ, Д.В. БРОВКО, кандидаты. техн. наук, доц.,
И.А. НЕСТЕРЕНКО, студентка, Криворожский национальный университет

АНАЛИЗ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ СООРУЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ШАХТ КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ИХ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ

Специалисты различных отраслей промышленности в своих сообщениях и докладах постоянно оперируют не только определением "опасность", но и таким термином, как "риск".

В научной литературе встречается весьма различная трактовка термина "риск" и в него иногда вкладываются отличающиеся друг от друга содержания. Например, риск в терминологии страхования используется для обозначения предмета страхования (промышленного предприятия или фирмы), страхового случая (наводнения, пожара, взрыва и пр.), страховой суммы (опасности в денежном выражении) или же как собирательный термин для обозначения нежелательных или неопределенных событий. Экономисты и статисты, сталкивающиеся с этими вопросами, понимают риск как меру возможных последствий, которые проявятся в определенный момент в будущем. Общим в приведенных представлениях является то, что риск включает неуверенность, произойдет ли нежелательное событие и возникнет ли неблагоприятное состояние. Заметим, что в соответствии с современными взглядами риск обычно интерпретируется как вероятностная мера возникновения техногенных или природных явлений, сопровождающихся возникновением, формированием и действием опасностей, и нанесенного при этом социального, экономического, экологического и других видов ущерба и вреда.

Под риском следует понимать ожидаемую частоту или вероятность возникновения опасностей определенного класса, или же размер возможного ущерба (потерь, вреда) от нежелательного события, или же некоторую комбинацию этих величин. Применение понятия риск, таким образом, позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий. Риск, фактически, есть мера опасности. Часто используют понятие "степень риска" (Level of risk), по сути не отличающееся от понятия риск, но лишь подчеркивающее, что речь идет об измеряемой величине.

Риск является неизбежным, сопутствующим фактором промышленной деятельности. Риск объективен, для него характерны неожиданность, внезапность наступления, что предполагает прогноз риска, его анализ, оценку и управление - ряд действий по недопущению факторов риска или ослаблению воздействия опасности. Строительство, реконструкция и эксплуатация зданий и сооружений на поверхности шахт относится к высоким классам риска, что обусловлено как спецификой выполнения работ (отсутствие постоянных рабочих мест и повышенная опасность процессов производства), так и организационными факторами. Это требует совершенствования профилактической работы по повышению безопасности строительного производства на основе существующих методов оценки риска.

Выполним оценку риска аварии сооружения (с обрушением конструкций). Реализация методики предусматривает ряд этапов. На первом этапе осуществляется оценка степени риска аварии и идентификация опасности ее возникновения. Сравнивая полученную величину риска с его допустимыми границами, делаем вывод о том, что риск аварии сооружения (обрушения конструкций) является неприемлемым (10^{-2} 1/год $> R_{\text{доп}} < 10^{-4}$ 1/год) и требует принятия дополнительных мер по снижению риска. С этой целью проведем идентификацию опасности аварии с выявлением и оценкой факторов, оказывающих влияние на величину риска. Указанная цель может быть достигнута при помощи построения дерева распределения риска (дерева событий и опасностей). Цель следующего этапа - выбор мероприятий по снижению риска аварии на основании проведенной идентификации опасности. Третий этап предусматривает оценку затрат и выгод от реализации мероприятий, предложенных на предыдущем этапе. На заключительном этапе вырабатываются окончательные рекомендации по управлению безопасной эксплуатацией сооружения с использованием существующей нормативной базы по охране труда. Таким образом, системный анализ риска возникновения возможных дефектов конструкций сооружения и организационных причин, которые могут привести к аварии, позволяет управлять безопасностью при его эксплуатации. В этом направлении ведется множество исследований и разработок.

В.В. ХВОРОСТ, Д.В. БРОВКО, кандидаты. техн. наук, доц.,
Ю.А. ОГНЕВА, студентка, Криворожский национальный университет

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ШАХТ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Современный уровень развития техники характеризуется широкой механизацией и автоматизацией производственных процессов, оснащением промышленных предприятий новейшими станками и машинами, а также точной измерительной аппаратурой для контроля технологических операций. Все это повышает значение динамического расчета как основы мероприятий по борьбе с колебаниями проектируемых строительных конструкций. Уменьшение колебаний конструкций при работе машин часто необходимо не только для обеспечения долговечности самих конструкций, но и для ликвидации вредного воздействия колебаний на людей, обслуживающих производство, а также на технологические операции, нередко отличающиеся высокой точностью. Современный динамический расчет несущих конструкций зданий преследует именно эти цели. Его первоочередной задачей является оценка интенсивности ожидаемых колебаний еще до возведения сооружения и проверка допустимости этих колебаний с точки зрения их влияния на людей, производственные процессы и строительные конструкции. Можно считать, что задачи динамического расчета выполнены, если ожидаемые колебания оказываются допустимыми со всех указанных точек зрения. В противном случае необходимо уменьшить колебания способом, наиболее целесообразным и экономичным при данных конкретных условиях. Эта последняя задача решается на основе анализа результатов динамического расчета, позволяющих выявить причины колебаний повышенной интенсивности. Эффективность мероприятий по уменьшению колебаний должна быть проверена динамическим расчетом и в последующем использована для оценки риска надежности строительного объекта в целом.

Вопрос о том, который из пределов - статической или динамической прочности - является доминирующим при определении несущей способности конструкции, решается в зависимости от соотношения между величинами статической и динамической нагрузок, действующих на конструкцию, а также от соотношения между пределами статической и динамической прочности материала конструкции. Конструкции, в которых обеспечена несущая способность на статические нагрузки, обладают обычно и достаточной статической жесткостью. Случаи, когда статические деформации конструкции, не представляющие опасности в отношении ее прочности, являются причиной нарушения нормальных условий производства или его прекращения, являются сравнительно редкими.

Иначе обстоит дело со вторым предельным состоянием для колеблющихся конструкций, которое должно быть определено как такое состояние, когда амплитуды колебаний (перемещений) конструкции достигают величин, при которых исключается возможность дальнейшей эксплуатации или для производственного процесса создаются ненормальные условия.

Общие основания динамического расчета строительных конструкций сформулировать следующим образом. Динамические нагрузки при определении амплитуд вынужденных колебаний конструкции должны рассматриваться независимо от статических нагрузок. Резонансные условия работы конструкции можно рассматривать как допустимые, если только поверочный расчет конструкции на резонанс показывает, что в этих условиях удовлетворяются требования в отношении несущей способности и амплитуд колебаний конструкции.

Степень вероятности появления резонанса между динамической нагрузкой и конструкцией устанавливается путем определения частот собственных колебаний конструкций и сравнения их с частотами динамической нагрузки. При этом должно учитываться важное обстоятельство, что расчетное определение частоты собственных колебаний конструкции не может дать фактического значения частоты, но лишь нижний и верхний пределы некоторого диапазона, в котором оно заключено. Если установлено, что частота динамической нагрузки попадает в резонансную зону, конструкция проверяется на резонанс. При этом для обеспечения надежности определения амплитуд резонансных колебаний конструкции применяется метод их оценки.

В заключение необходимо заметить, что обоснование принципиальной возможности допущения резонанса в строительных конструкциях было бы неправильно истолковывать как отрицание желательности его исключения там, где это возможно. Напротив, во всех случаях, когда имеется возможность исключения резонанса, а ее осуществление не встречает затруднений и оправдывается экономически, следует ею воспользоваться.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ОБ'ЄКТІВ НА ПОВЕРХНІ ГІРНИЧОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ, ЗА УМОВИ ПЕРЕХОДУ НА ПОЛЕГШЕНІ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ

Довготривала експлуатація конструкцій галерей без своєчасного ремонту та значний ступінь корозії говорить про необхідність термінового проведення реконструкції, яку можливо провести за двома варіантами. Перший виконувати реконструкцію згідно з існуючими методиками які передбачають підсилення несучих елементів конструкцій, але в цьому випадку зростає навантаження від власної ваги на всю конструкцію. Це приводить до необхідності виконувати перевірочні розрахунки несучої здатності конструкцій та опор галерей.

Другий варіант передбачає зменшення навантаження на несучі елементи конструкцій шляхом використання в якості огороджуючих конструкцій сучасних будівельних матеріалів. Це дозволить значно зменшити навантаження конструкції від власної ваги. Тобто другий варіант має на увазі перехід на полегшені огороджуючі конструкції галерей, що виключає необхідність виконувати перевірочні розрахунки несучої здатності конструкцій та опор галерей. Але зменшення маси конструкції призводить до зміни частот власних коливань та жорсткості всієї конструкції. Це може призвести до того що частота вимушених коливань може співпасти з частотою власних коливань галерей що приведе до порушення технологічного процесу.

Експериментальні і теоретичні дослідження дійсної роботи несучих конструкцій транспортних галерей, показали, що динамічні навантаження, що генеруються стрічковими конвеєрами, здатні викликати вельми значні поперечні коливання пролітних будов. При цьому динамічні напруження виявляються чималими, а в деяких випадках виникає небезпека втомного руйнування елементів конструкцій або їх з'єднань.

Розрахункова модель і основні співвідношення. Різноманітність конструктивних рішень транспортних естакад, що використовуються при проектуванні, не дозволяє прийняти єдину розрахункову модель пролітних будов. Проте є ряд загальних вимог, яким повинна задовольняти розрахункова модель пролітної будови естакади.

Динамічні навантаження, що генеруються стрічковими конвеєрами, передаються через стійки-опори станини конвеєра безпосередньо на підтримуючі конструкції пролітної будови і викликають їх коливання у вертикальній площині. При цьому можливі як згинальні, так і крутильні коливання пролітної будови, які необхідно враховувати при виборі розрахункової динамічно еквівалентної моделі. Чимала вертикальна жорсткість опор естакади дозволяє не враховувати їх податливість при згинально-крутильних коливаннях пролітних будов.

Область частот динамічних дій від реальних конвеєрів охоплює декілька нижчих частот власних коливань пролітних будов, тому одномасова модель пролітної будови в більшості випадків виявляється непринятною.

Враховуючи, що основну небезпеку для конструкцій представляють резонансні і близькі до них коливання пролітної будови, для вирішення рівнянь сталих коливань доцільно використовувати розкладання рішення по власних формах. А оскільки пролітні будови естакад, як правило, мають рідкісний спектр в області реальних частот динамічних навантажень від конвеєрів, то при визначенні параметрів коливань пролітної будови достатньо обліку одного члена розкладання, відповідного власній формі резонансної частоти.

Висновки:

Діючі норми проектування не в повному обсязі враховують рівень пріоритету ремонтпридатності галерей.

Неоправдана економія на етапі проектування, будівництва, а також безсистемний підхід до ремонтно-відновлювальним роботам приводить до великих грошових розходів в процесі експлуатації.

Використання сучасних матеріалів призводить до зміни жорсткості та частот власних коливань галерей, що є актуальною проблемою яку в подальшому планується дослідити.

УДК 622.1: 622.831.3

П.Й. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., Т.О. ПОДОЙНЩИНА, старший преподаватель
Криворожский национальный университет

И.И. КЛОЧКО, д-р техн. наук, проф., Донецкий национальный университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАРУЖНЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ РАЗРУШЕНИИ НЕГАБАРИТОВ

Проблема дробления негабаритных кусков горных пород всегда оставалась актуальной при добыче полезных ископаемых на карьерах, несмотря на совершенствование первичной отбойки в части сокращения выхода негабарита. При выборе способа дробления негабарита необходимо, что бы они отвечали ряду основных требований: обладали высокой разрушающей способностью от одноразового приложения нагрузки, т.е. обладали высокой эффективностью, были технологичными как с точки зрения изготовления, так и с позиций эксплуатации, имели минимальную стоимость.

Как показывает практика, этим условиям отвечают кумулятивные заряды взрывчатых веществ (ВВ). Однако не всегда применение кумулятивных зарядов дает положительный эффект, что определяется многими факторами. Поэтому исследования, направленные на повышение эффективности действия кумулятивных зарядов при дроблении негабаритных кусков горных пород, является актуальной научно-практической задачей. Целью наших лабораторных и полигонных исследований являлось определение влияния конструкции наружного заряда и способа его инициирования на эффективность взрыва. Исследования проводились на линейном механическом ускорителе, обеспечивающем ускорение от 10 до 100д. на моделях из влажного песка.

В качестве ВВ использовали ТЭН, который помещали в бумажные оболочки диаметром 15 мм. Кумулятивные заряды имели кумулятивную выемку в виде конуса с углом при вершине 60-65 град. Высота кумулятивной выемки составляла $\frac{1}{3}$ всей высоты заряда. Масса ТЭНа в заряде - 4,0 г. Исследовались кумулятивные заряды двух типов - с облицовкой кумулятивной выемки и без нее. Для облицовки кумулятивных выемок использовали латунную фольгу толщиной 0,5 мм. Для получения достоверных результатов каждый опыт повторялся по 3 раза. В качестве эталонного заряда использовался заряд ТЭНа массой 4,0 г, помещенный в бумажную оболочку диаметром 15 мм. Взрывания производили на неподвижном контейнере линейного механического ускорителя и с перегрузкой 25-30 г. Объем воронок выброса оценивался заливкой воронки водой из мерного сосуда. Перед заливкой водой воронка устилалась полиэтиленовой пленкой. Кроме этого, оценивали геометрические размеры воронок с учетом выброшенного песка на уровне песка контейнера. Поскольку в песке роль волновых процессов не значительна, то основной объем разрушения определяется действием газообразных продуктов взрыва (ПВ). В этом случае существенная роль в передаче энергии взрыва среде принадлежит площади приложения нагрузки, а также времени ее существования. Кумулятивном заряде площадь приложения нагрузки в 7-8 раз меньше, чем в случае обычного заряда, также меньше и $t_{эф}$, что в комплексе приводит к снижению работоспособности в 1,3 раза. Наличие металлической облицовки еще больше снижает непосредственное действие газообразных ПВ, уменьшая $t_{эф}$, т.к. массовая скорость весьма высока, что также больше сказывается на работоспособности по сравнению с обычным зарядом и кумулятивным без облицовки. По условию передачи энергии наиболее целесообразным является снижение пикового давления в газовой струе до рационального и рассредоточение ее на большей площади. Создание в удлиненных кумулятивных зарядах сходящихся детонационных волн за счет встречного инициирования позволяет повысить работоспособность заряда в 1,2-1,6 раза по методу воронкообразования. Полигонные эксперименты выполнялись на карьерах Докучаевского флюсо-доломитного комбината. В экспериментах использовались заряды массой 0,4; 0,5; 0,8 кг. В качестве ВВ применялись аммонит № 6ЖВ и смесь аммонита с ТЭНом. В результате установлено, что наибольшей работоспособностью обладают кумулятивные заряды с конической кумулятивной выемкой. На работоспособность удлиненных зарядов сильно влияет длина заряда, что подтверждают полученные нами ранее результаты. В результате встречного инициирования работоспособность зарядов была увеличена в 1,2-1,6 раза.

А.В. ПЕРЕМЕТЧИК, канд. техн. наук, доц.,

Т.А. ПОДОЙНИЦЫНА, старший преподаватель, Криворожский национальный университет

ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПЛАНИРОВАНИЕ ДОБЫЧИ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В период эксплуатации месторождения производят перспективное и текущее планирование горных работ. Основой их, как и на этапе проектирования горного предприятия, является комплекс горно-геометрических графиков.

Перспективное планирование добычи полезного ископаемого используется, как правило, при составлении прогнозных планов развития добычных работ на квартал, полугодие, год, три, пять и более лет. От правильно запланированного развития горных работ, учитывающего размещение качества и сортность руды в недрах, зависит рациональная разработка месторождения с минимальными потерями и разубоживанием полезного ископаемого.

Обогатительные, агломерационные, окомковательные фабрики и доменные печи приспособлены к переработке однородного сырья и не приспособлены к частому изменению режима работы.

Поэтому необходимо как можно более длительно подавать однородное сырье, а это всецело зависит от правильно запланированной программы развития горных работ.

Качество и технологические показатели полезного ископаемого не остаются постоянными на площади распространения месторождения. Они меняются по числу и степени проявления.

Правильный учет этих факторов, установление зон и участков проявления каждого из них имеет исключительно большое практическое значение для перспективного планирования.

Одним из важнейших элементов программы горных работ является установление не только средних значений качественных показателей месторождения, но и размещение их в пространстве залежи, в данном случае в контурах годовой отработки.

Основой для полноценного управления качеством руды, отгружаемой на РОФ, для рационального освоения месторождения, является знание характера размещения качественных показателей месторождения.

Эксплуатационная разведка ведется только на основе опробования взорванной массы, и, следовательно, не способна уточнить данные детальной разведки с целью выявления характера размещения качественных показателей на еще не отработанных участках.

Все это требует использования специальной методики прогнозирования.

Исходная геологическая информация была получена с погоризонтных планов горных работ масштаба 1:1000.

При эксплуатационной разведке использовались участки опробования неправильной формы и различных размеров.

Размеры участков в поперечнике колебались от 20 до 50 м. В качестве аргументов используемых для прогнозирования по методике многомерного эвристического алгоритма прогнозирования (МЭАП) были взяты содержания железа общего и железа, связанного с магнетитом по скважинам детальной разведки, а также плано-высотные координаты центров участков опробования. Скважины детальной разведки также пробурены по нерегулярной сети опробования. Межскважинные расстояния составляют от 50 до 200 м.

С помощью крайгинга были построены изолинии содержаний $Fe_{общ}$ и Fe_{mt} в межскважинном пространстве. Было определено значение $Fe_{общ}$ и Fe_{mt} , исходя из имеющейся электронной модели изолиний.

Все полученные значения были сведены в электронные таблицы, что стало основой для построения прогнозной функции по методике МЭАП.

При этом на каждом этапе построения прогнозной функции степень доверия вычисленным по ней результатам была пропорциональна обратному расстоянию от центра участка опробования по взорванной массе до ближайшей скважины детальной разведки, поскольку чем больше это расстояние, тем больше ошибка интерполирования.

Таким образом, результаты построения функции, имеющие большую точность, имели больший приоритет при оценивании качества построенной прогнозной функции.

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ГОРНЫХ ПОРОД
ПОД ВЛИЯНИЕМ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

Систематические инструментальные наблюдения за состоянием бортов карьеров являются одним из основных методов изучения их устойчивости и имеют большое практическое и научное значение. Наиболее полную информацию о зоне распространения деформаций дают традиционные методики инструментальных наблюдений, основанные на установлении координат ряда жестко закрепленных точек (реперов), располагаемых по определенным схемам. В тоже время высоко-детальное лазерное сканирование чаши карьера позволяет дополнить обычные наблюдения и получить наиболее полное и наглядное представление о распределении деформаций по поверхности исследуемого объекта. Особое значение инструментальные наблюдения, предусматривающие дистанционное сканирование поверхности карьеров или их участков, приобретают в случаях, когда имеют место активные деформации карьерных откосов, исключающие применение обычных методик наблюдений в отсутствие безопасного доступа к исследуемому участку.

Принцип тотальной съемки объекта, а не его отдельных точек как при съемке электронным тахеометром, характеризует наземное лазерное сканирование как съемочную систему, результатом работы которой является трехмерное изображение, или так называемый скан. Формой представления результатов наземного лазерного сканирования является массив точек лазерных отражений от объектов, находящихся в поле зрения сканера, с пятью характеристиками, а именно пространственными координатами (X, Y, Z), интенсивностью отражения и реальным цветом.

Опорной основой для лазерного сканирования является сеть рабочих реперов наблюдательной станции и временных съемочных точек, координаты которых предварительно определяются по результатам спутниковых наблюдений. Точки выбираются исходя из конфигурации карьерной выемки для обеспечения перекрытия облаков точек, то есть полноты съемки объекта.

Получаемые с каждой сканпозиции облака точек объединяются в единую систему координат в программной среде RiscanPRO, в результате чего формируется единая высокдетальная точечная трехмерная модель карьера. После проведения фильтрации данных строится цифровая модель рельефа в виде топоповерхности представленной сетью треугольников (MESH-поверхность), которая является конечным продуктом наземного лазерного сканирования карьеров. Благодаря интегрированной фотокамере совместно со сканированием ведется фотосъемка объекта, что позволяет раскрасить создаваемую модель карьера в реальные цвета.

Для наблюдений за сдвижением пород на карьерах весьма перспективно применение принципиально новых методов спутниковой геодезии (GPS-наблюдений). При этом координаты точек земной поверхности вычисляются по расстояниям до искусственных спутников Земли, координаты которых в данный момент времени известны. Таким образом, в качестве исходных пунктов, фактически, используются искусственные спутники Земли, т.е. пункты, заведомо находящиеся вне области сдвижения пород. Для наблюдения за большими оползнями и определения их развития во времени и пространстве применяют метод наземной стереофотограмметрической съемки. Этот метод позволяет охватить наблюдениями недоступные и опасные места уступов и бортов карьеров, оперативно и в большом объеме получать необходимую информацию о состоянии карьеров. В последние годы для наблюдений за деформациями крупных карьеров и их геометризаций начинают применять аэрофотограмметрические методы съемок, которые позволяют быстро фиксировать состояние больших объектов (площадью 3-6 км²) и проводить наблюдения независимо от производства горных работ в карьерах и на отвалах. При этом методе практически отсутствуют “мертвые зоны”, встречающиеся при наземной фотограмметрической съемке, и отпадает необходимость в трудоемких работах по устройству базисов для установки фототеодолитов.

Эффективность перечисленных методов наблюдений за состоянием массивов горных пород на карьерах существенно повышается, когда они применяются в комплексе.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БОРТОВ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ И ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Перераспределение механических напряжений в земной коре вследствие выполнения подземных и открытых горных работ способствует развитию деформаций в горных породах. Поэтому все без исключения технические средства измерения смещений и деформаций должны обеспечивать простоту установки и эксплуатации, минимальные искажения при передаче измерительной информации, необходимую точность и диапазон измерений.

Методика проведения маркшейдерских наблюдений за состоянием бортов карьеров и отвалов с помощью стандартных оптических инструментов (тахеометры, нивелиры) до сих пор является основной на горнодобывающих предприятиях Украины. Достоинствами этих приборов является достаточная изученность, низкая стоимость и достаточная надежность. Большинство отечественных горнорудных предприятий активно используют электронные тахеометры, имеющие электронные полевые регистраторы измерительной информации.

Для специалистов маркшейдерского дела внедрение в практику спутниковых методов позиционирования позволило изменить структуру маркшейдерского обеспечения и усовершенствовать методику полевых и камеральных работ на карьерах. Преимуществами применения систем спутникового позиционирования для проведения маркшейдерских работ являются: полная независимость выполнения полевых работ от времени года и времени суток; оперативность, автоматизация, высокая точность измерений (погрешность не более 2 мм). Системы спутниковой маркшейдерии активно внедряются горнорудными предприятиями Кривбасса, что обуславливает необходимость разработки автоматизированных методик анализа данных получаемых с помощью данных систем. В результате определения координат нахождения контрольных точек в пространстве с помощью систем GPS и автоматизированной регистрации результатов измерения, полученные инструментальным путем, деформационные характеристики горного массива предложено использовать для прогноза степени устойчивости открытых горных выработок.

Фотограмметрия, как метод бесконтактных технических измерений, имеет широкие возможности и преимущество при решении многих задач в горном производстве. Контроль над устойчивостью осуществляется по заранее заложенным контрольным точкам (реперам) на нестабильном участке. Логическим развитием фотограмметрии служит компьютерная обработка снимков и построения на их основе цифровых 3D моделей. Возможность построения 3D модели бортов и карьера в целом позволяет получить информацию для различных расчетов, связанных с рабочим процессом в карьерах. Появление цифровых фотоаппаратов с высокой разрешающей возможностью позволило уйти от «мокрого процесса» в фотографии и получать информацию об объектах практически в режиме on-line. Качественный скачок в направлении создания инструментов построения 3D моделей произошел с появлением безотражательных систем измерения, с разработкой на их основе трехмерных лазерных сканирующих систем. Результатом является получение трехмерного растра или скана в виде облака точек с известными координатами.

Радарные системы имеют высочайшую точность измерений (погрешность до 1 мм). В комплекте с оборудованием поставляется программное обеспечение для обработки данных, реализована функция распознавания горного оборудования, находящегося в зоне контроля, а также защита от вибраций в карьере. Системы радарного контроля, как и лазерные сканеры, применяются для on-line контроля за геодинамически нестабильными участками в карьерах. В основном результаты наблюдения применяются для создания общей системы раннего предупреждения персонала предприятия о возможном обрушении породы, на участках проведения горных работ.

Анализ технических средств, используемых для выполнения маркшейдерских работ на карьерах, показал, что развитие новых технологий привело к появлению достаточного количества инновационных подходов к геомеханическому мониторингу горных массивов. Разработка методики, позволяющей выполнять компьютерный анализ напряженно деформированного состояния бортов карьеров и отвалов с учетом основных геологических и горнотехнических факторов, оперативно оценивать устойчивость, используя новейшие средства контроля, является актуальной и своевременной.

Ю.М. НИКОЛАШИН, д-р техн. наук, проф., И.П. ПОДОЙНИЦЫН, аспирант,
Криворожский национальный университет

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых характеризуется изъятием из нужд народного хозяйства значительных земельных площадей для ведения горных работ. При добыче полезных ископаемых происходит интенсивное загрязнение окружающей среды из-за поступления минеральной пыли и газов в процессе разрушения пород, бурения скважин, взрывной отбойки, вторичного дробления, погрузки, транспортировки и выгрузки их на приёмных пунктах или отвалах, разрушения дорожного полотна при движении по нему транспортных машин, эрозии поверхности отвалов, откосов уступов, карьеров.

Основными источниками выделения газов и пыли при открытой разработке месторождений полезных ископаемых являются следующие технологические процессы открытых горных работ: подготовка горных пород к выемке, выемочно-погрузочные работы, транспортирование горной массы, складирование пустой породы в отвал, а также пыление техногенно сформированных массивов. В этих условиях целью управления экологической безопасностью является применение при ведении открытых горных работ разнообразных способов воздействия на уровень безопасности.

Управление экологической безопасностью при открытой разработке месторождений полезных ископаемых предусматривает принятия ряд мер, связанных с организационными мерами и финансовыми решениями по предотвращению негативных последствий ведения открытых горных работ.

Организационные методы управления экологической безопасностью включают: создание системы управления безопасностью технологическими процессами открытых горных работ; создание экологической службы на уровне цехов, участков и предприятия; организация повышения квалификации персонала; организация экологического мониторинга по прогнозированию последствий освоения месторождений полезных ископаемых создание фонда рекультивации нарушенных горными работами земель; принятие мер по локализации вредного воздействия ведения открытых горных работ на окружающую среду; предъявление требований к наличию соответствующих лицензий и сертификатов для выполнения работ по снижению экологических рисков.

Технические методы снижения негативного воздействия открытых горных работ включают: улавливание пыли при буровых работах; снижение пылегазовыделений при массовых взрывах; снижение пылеобразования при погрузочно-разгрузочных работах; пылеподавление на автомобильных дорогах; пылеподавление на пылящих поверхностях рабочих площадок и откосов уступов карьеров и отвалов; совмещение горных и рекультивационных работ; внедрение экологически безопасных технологических процессов; очистка сточных вод предприятия; установка, реконструкция и совершенствование систем очистки выбросов и сбросов; рациональное размещение производственного оборудования и организация рабочих мест, применение безопасных способов хранения и транспортирования легковоспламеняющихся веществ, готовой продукции и отходов производства.

В связи с многообразием мероприятий по повышению экологической безопасности при открытой разработке месторождений полезных ископаемых требуется анализ их сравнительной эффективности. При этом основной задачей является отбор таких мероприятий, которые обеспечивают достижение поставленной цели наименее затратным путем.

Анализ самих экологических рисков на открытых горных работах и способов воздействия на них будет способствовать оптимизации управленческих решений при добыче полезных ископаемых открытым способом. Таким образом, управление экологической безопасностью при открытой разработке месторождений полезных ископаемых предполагает установления возможных мероприятий воздействия на экологическую безопасность с целью снижения вероятности проявления неблагоприятных событий и уменьшения наносимого ими ущерба.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ВЕДЕНИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

В рудных карьерах источниками экологической опасности являются: массовые взрывы, производящиеся в пределах размещения технологического оборудования - буровых станков, экскаваторов, дробилок; локальные источники - хвостохранилища, склады, отвалы; пылевыделение с поверхности дорог, железнодорожных вагонов. Снижение пылегазовыделения при массовых взрывах достигается путем: применения простейших ВВ; взрывания на неубранную горную массу; гидрообеспыливания и проветривания взорванных блоков. Разработанные способы снижения пылеподавления с поверхности пляжей хвостохранилищ можно разделить на физико-химические, механические, биологические и рекультивацию.

Рекультивация основана на полном восстановлении поверхности земель, занятых под хвостохранилища. Для механического закрепления эрозионно опасных поверхностей хвостохранилищ используют глину, гравий и др. Более высокие результаты дает периодическое закрепление открытых надводных пляжей слоем суглинка вскрышных пород. В настоящее время реальные результаты по борьбе с эрозией поверхностей пляжей хвостов обогащения в промышленных масштабах могут быть получены при применении физико-химического способа. Разработанные технологии химического закрепления пылящих поверхностей пляжей хвостохранилищ основаны на применении реагентов. Мощными источниками загрязнения воздуха пылью и вредными газами являются массовые взрывы в карьерах, пылящие поверхности пляжей хвостохранилищ и карьерный дизельный автотранспорт. По десяти железорудным ГОКом Кривбасса годовой выброс пыли от взрывных работ и с поверхности хвостохранилищ соответственно составил 30 и 6 тыс. т. Для сокращения пылегазовыделений при массовых взрывах УНИИБТГ разработан комплекс технологических, организационных и инженерно-технических мероприятий.

Оценивая уровни пылегазовых выбросов открытыми разработками в атмосферу, можно отметить, что без внедрения принципиально новых способов и средств борьбы с пылегазовыделениями антропогенную нагрузку на окружающую среду стабилизировать не удастся. При высокой техногенной нагрузке открытых горных работ, включающих и переработку руд фабриками ГОКов, понадобятся более эффективные технологические решения, основанные на применении комплексного открыто-подземного способа разработки наклонных и крутопадающих рудных месторождений. Быстрое развитие открытых горных разработок стало возможным в связи с освоением промышленностью производства современных большегрузных автосамосвалов, тепловозов, мощных колесных скреперов, тракторов и других транспортных средств с дизельными двигателями. Загазованность воздуха в карьерах наиболее высока (до 0,05 % в пересчете на условное СО) при штилевой погоде и может быть опасной для здоровья, если не будут осуществляться. К мероприятиям по снижению загазованности относятся: локальное проветривание застойных участков карьера, применение для газоподавления водовоздушной смеси, включая активную смесь, и др. В зарубежной практике подавляющее большинство автосамосвалов оборудованы дизельными двигателями с воздушным охлаждением, что способствует более полному сгоранию топлива и, благодаря этому, снижению выбросов вредных веществ выхлопа в рудничную атмосферу. Однако, несмотря на успехи в области разработки современных способов и средств снижения выбросов и токсичности выхлопных газов ДВС, ожидать в ближайшие годы реализации этих разработок в производственных условиях нельзя из-за высокой стоимости проектирования и серийного производства такой техники. Между тем глубина карьеров постоянно растет, и работать в такой атмосфере становится все сложнее. Подводя итоги эффективности применяемых и разрабатываемых систем снижения токсичности выхлопных газов дизельных транспортных средств, и оценивая экологический ущерб от загрязнения ими окружающей среды, можно констатировать, что в ближайшие годы экология открытых горных работ существенных изменений не претерпит.

Новые технические средства позволят лишь не наращивать эти выбросы. Радикальным решением, улучшающим экологию при добыче руд, является принципиальное изменение технологии горных работ на основе перехода на комплексную открыто-подземную разработку рудных месторождений.

О.Є. КУЛІКОВСЬКА, д-р техн. наук, Ю.Ю. АТАМАНЕНКО, аспірантка
Криворізький національний університет

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ

Програмне забезпечення відіграє важливу роль у швидкій і ефективній обробці хмар точок, отриманих у результаті зйомок високої дозвільної здатності. Для дослідження було вибрано декілька програмних комплексів, які на даний момент є актуальними: Trimble RealWorks Survey, Cyclone, ScanIMAGER, LFM.

Trimble RealWorks Survey - програмне забезпечення для візуалізації та обробки даних наземного лазерного сканування. Програма надає інженерам і геодезістам універсальний набір засобів і можливостей для роботи з тривимірними просторовими даними.

До основних характеристик програми відносять: зіставлення фактичних даних із проектними, складання профілів і розрізів; вписування двовірних і тривимірних примітивів у хмари точок; прості і швидкі розрахунки для підвищення продуктивності будівельних та гірничих робіт; зшивку сканів за характерними точками хмар, по маркам із використанням геоприв'язки; перевірку і контроль якості в польових умовах.

Програмне забезпечення Trimble RealWorks Survey доступне у двох користувальницьких версіях, Standard та Advanced.

Cyclone - найбільш універсальна програма для обробки хмар точок і управління сканером. Cyclone складається з окремих модулів, які вбудовані в єдину програмну оболонку. Різні модулі (Cyclone-Scan, Cyclone-Register, Cyclone-Model, Cyclone-Survey, Cyclone-CloudWorx) призначені для рішення окремих задач загального процесу обробки даних тривимірного лазерного сканування.

Програмний продукт ScanIMAGER розроблений НВП «Фотограмметрія» і орієнтований, у першу чергу, на завдання, що пов'язані з виконанням архітектурних обмірів та моніторингу мостів. Програмний комплекс поставляється у різних рівнях: Viewer, Lite, Standard, Standard Plus, Professional.

Програмне забезпечення LFM складається із наступних частин: LFM Register - унікальний і потужний програмний пакет, за допомогою якого скани з різних точок стояння швидко і ефективно зшиваються в єдину систему координат; LFM Server - найбільш просунута система для сумісного доступу і роботи з раніше зареєстрованими даними лазерного сканування.

Використовуючи технологію InfiniteCore можна зберігати необмежену кількість сканів, зручно переглядати звіти за допомогою спеціального відображення LFM Register, експортувати дані в САПР Autodesk, AVEVA, Bentley. LFM Modeller - дозволяє складати 3D-моделі відзнятих об'єктів із досконалим взаємозалежністю швидкість/якість. LFM View - дозволяє кінцевому користувачу отримувати безкоштовний доступ до великої бази даних, які мають необмежену кількість сканів.

Залежно від потреб та користуючись кошторисною вартістю програмних комплексів (рис.) фахівці можуть підібрати оптимальний варіант з точки зору економічної доцільності їх використання.

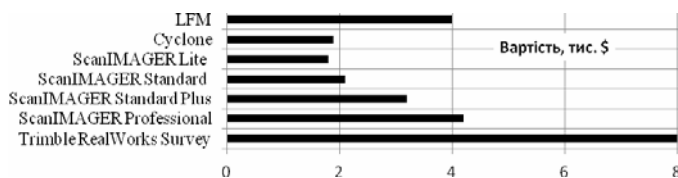


Рис. Вартість програмного забезпечення

Проаналізувавши програмні комплекси можемо зазначити, що ScanIMAGER орієнтований більше на пам'ятки архітектури, LFM дозволяє створювати цифрову модель, структурні елементи механізмів, Cyclone може будувати як площини, так і поверхні.

Отже, виходячи із розгляду співвідношення можливість/вартість рекомендується використання програмного забезпечення Trimble RealWorks Survey, так як програма проста у використанні, відповідає необхідній точності та усім вимогам топографо-геодезичного забезпечення.

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ НАДНОРМАТИВНИХ ПЛОЩ
ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

При формуванні національної податкової політики, становлення ринку землі та формування раціональних аспектів просторового впорядкування територій в Україні існує нагальна необхідність знаходження обґрунтованих підходів що допоможуть сталому розвитку земель. Відповідно до державної статистичної звітності найбільші території в межах населених пунктів які інтенсивно використовуються займають землі житлової забудови та землі промисловості. Якщо відповідно до норм чинного законодавства та досліджень які проводяться існують нормативи визначення необхідної площі земельної ділянки для земель житлової забудови, натомість із землями під промисловими підприємствами виникає багато питань.

Після отримання незалежності Україна зіткнулась з проблемою що багато промислових підприємств в межах населених пунктів зменшили свою потужність або взагалі перестали працювати, але залишили за собою великі площі.

На сьогодні більшість особливо великих міст стикаються з проблемою відсутності вільної землі для свого нормального розвитку. Спостерігаються тенденції зменшення зелених зон, ущільнення забудови і т.д.

Відповідно до статті 7 розділу 3 старого закону України про плату за землю який втратив чинність встановлювалось, що податок за частину площ земельних ділянок, наданих підприємствам, установам і організаціям (за винятком сільськогосподарських угідь), що перевищують норми відведення, справляється у п'ятикратному розмірі. Проте в податковому кодексі який замінив вищезгаданий закон вже не згадувалось. Під час існування старого закону плата за наднормативну площу жодного разу не справлялась. На нашу думку повернення цієї норми закону при наявності обґрунтованих підходів розрахунку наднормативної площі існуючих промислових підприємств які не в повній мірі діють дало б можливість збільшити надходження від плати за землю а також в разі відмови від наднормативної площі використовувати для потреб територіальної громади. Тому існує необхідність в розробці математичної моделі яка б дозволила визначати нормативну та наднормативну площі земельної ділянки існуючого промислового підприємства.

Для визначення площі земельної ділянки промислового підприємства, що перевищують норми відведення необхідно виконати: підбір вихідних даних, а саме відомості про підприємства, які раціонально і ефективно та за призначенням використовують свої території і мають проектну документацію виготовлену згідно з вимогами чинного законодавства та містить технічне обґрунтування необхідної йому площі земельної ділянки; знайти математичну модель визначення площі земельної ділянки промислового підприємства; виконати оцінку точності отриманих результатів.

Для вирішення поставленої задачі доцільно скористатися методом математичного аналізу, а саме дисперсійним.

За результатами проведених досліджень встановлено, що при визначенні площі земельної ділянки для промислового підприємства основною технічною характеристикою є його потужність.

Тому при дослідженні впливу на площу земельної ділянки промислового підприємства x (ознака) його потужності y (фактор) використовуємо однофакторний дисперсійний аналіз.

Вибір та обґрунтування функціонального виду регресії (лінійна, степенева, гіперболічна, параболічна) ґрунтується на теоретичному аналізі суті зв'язків.

Враховуючи, що чим більша потужність промислового підприємства, тим більшою буде площа земельної ділянки встановлено, що для визначення залежності між потужністю промислового підприємства необхідно використати лінійну регресію.

Базуючись на проведених дослідженнях запропоновано методику за допомогою якої можливо визначити необхідну площу земельної ділянки для промислового підприємства в основу якої покладено однофакторний дисперсійний аналіз.

ПРОБЛЕМАТИКА МІСЬКОГО КАДАСТРУ ТЕРИТОРІЙ НА ПРИКЛАДІ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ

Для вирішення проблемних питань міського кадастру необхідно розробити основні орієнтири розвитку земельного кадастру населених пунктів у ринкових умовах. Щодо організації використання та охорони земель у населених пунктах, розглянуто особливості формування міського кадастру для цілей містобудівного розвитку як передумови раціонального управління земельними ресурсами.

Відведення міських земель різної конфігурації. Відповідно до Земельних кодексів України багато громадян України стали власниками земельних домоволодінь. В останній час в силу різних обставин при контрольних або повторних геодезичних вимірах з'ясується, що один із важливих критеріїв земельної ділянки - її конфігурація - змінився. У життєвих ситуаціях можливо такі випадки, коли площа земельної ділянки майже не змінилася, а її конфігурація змінилася так, що деякі кути поворотів згідно з державним актом, умовно кажучи, знаходяться по різні боки фактичної межі. Саме тому, повинен бути однаковий підхід до визначення координат кутів поворотів земельної ділянки для невеликих об'єктів з точністю не 10 см, а з більш високою - 3 см.

Доповнення кадастрових документів відомостями, характерними для сучасної системи кадастру, тобто формування єдиної системи інформації про **наявність комунікаційних мереж**. Важливим питанням залишається відображення на перехрестях доріг та інших територіях всіх комунікаційних мереж. Організації, які займаються відведенням земель за матеріалами замовника не перевіряють наявність комунікацій, саме тому питання відводу землі за матеріалами представленими замовником не можна розцінювати як зробленими за всіма нормами і стандартами.

Розроблення та впровадження інформаційно-аналітичного забезпечення спрямованого на надання доступу до інформації про реальний стан міського кадастру Криворіжжя через налагодження зв'язків із місцевими й регіональними засобами інформації. Окрім розроблення інформаційного центру важливим етапом залишається доповнення кадастрових документів відомостями, характерними для сучасної системи кадастру, тобто формування єдиної системи інформації про земельні ділянки, будівлі та споруди.

Перспективи формування міського кадастру для цілей містобудівного розвитку вбачаються в забезпеченні можливості одержання узагальнених відомостей по окремих складових на все місто, планувальний район або мікрорайон.

Юридично-правове забезпечення. На сучасному етапі розвитку земельного кадастру в нашій державі значну увагу слід приділяти правовим питанням, у тому числі забезпеченню доступу до природних ресурсів та захисту прав громадян, особливо найбільш вразливих прошарків населення. Головні аспекти якого включають в себе - контроль за дотримання вимог чинного законодавства в сфері містобудівного кадастру та впровадження он-лайн доступу власників землі та користувачів до земельно-кадастрової інформації і вжиття заходів щодо усунення його можливих порушень. За рахунок функціонування ринку землі та необхідності доступу до інформації покращиться ведення земельно-майнової інформації за рахунок сучасних електронних методів для цілей містобудівного розвитку та доступу до неї землевласників та землекористувачів.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Сучасний стан ведення містобудівного кадастру населених пунктів в Україні потребує удосконалення його економічної та екологічної складових щодо гарантування прав власності на землю і нерухоме майно, запровадження системи податкового адміністрування, формування повноцінної системи обліку та оцінки земель населених пунктів, у тому числі шляхом відображення результатів якісної оцінки земель населених пунктів у земельному кадастрі. Вирішувати їх можна поступово в процесі наповнення містобудівного кадастру даними та в процесі роботи з ним. Планувати і проектувати можна багато, головне донести до місцевих органів влади і громадськості, що тільки спільними зусиллями можна реалізувати плани містобудівного кадастру, який складається з таких етапів: підготовчий, збір даних та їх аналіз та формуванню банку даних і створення інформаційних систем.

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБІТ ПО СКЛАДАННЮ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ШЛЯХОМ ОПРАЦЮВАННЯ ЗБІЛЬШЕНИХ ФРАГМЕНТІВ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

На сьогодні в Україні є висококваліфіковані спеціалісти, власні фотограмметричні сканери й станції, великий досвід практичної діяльності. Тепер, коли технічні і технологічні можливості зросли, необхідно повністю переорієнтуватись на геоінформаційні технології і цифрову фотограмметрію. Просторове моделювання на базі аерокосмічної зйомки дасть змогу фахівцям приймати в короткі терміни оптимальні рішення. Важливою сферою застосування аерокосмічної компоненти фотограмметрії є дистанційний моніторинг екологічної ситуації та безпеки життєдіяльності в окремих регіонах чи районах. На ряду з цим актуальною є задача використання космічних знімків для складання маркшейдерської документації. При цьому доцільно, як встановлено, використовувати збільшені фрагменти знімків.

Виготовляються фрагменти збільшених знімків за допомогою спеціальних прецизійних проєкційних приладів, які мають оптичні системи з високою роздільною розрізненістю й малою дисторсією. Збільшені фрагменти друкуються із невеликим перекриттям, яке забезпечує знаходження в них загальних для фрагментів знімка опорних точок. Вибрані точки використовуються у подальшій обробці для об'єднання зображень у єдиний електронний план.

Прив'язка фрагментів збільшених знімків має деякі методичні особливості. Спочатку створюється опорна межева мережа (ОММ) на даній території. Для цього на місцевості закріплюються опорні межові знаки (ОМЗ), координати яких визначаються у загальнодержавній або умовній системі. Середньоквадратична погрішність положення межового знака відносно пунктів державної геодезичної мережі - не більше 0,1 мм у масштабі створюваного плану. Середня квадратична погрішність взаємного положення опорних межових знаків становить не більше 0,05 мм у масштабі створюваного плану. До ОМЗ здійснюється геодезична прив'язка фрагментів збільшених знімків. Опорні точки розташовуються на збільшених фрагментах знімків по границі зображеної на них території, а також у зонах перекриття фрагментів. Для підвищення точності й надійності фотограмметричної обробки знімків число опорних точок збільшується до 6-8. При значних ухилах місцевості для врахування впливу рельєфу опорні точки розміщуються посередині території поселення, як правило, координуючи кути кварталів, які однозначно ідентифікуються на зображенні.

Досліджено наступні питання: сучасна роздільна здатність космічних знімків; сучасні методи опрацювання космічних знімків; коло задач маркшейдерської служби, які доцільно вирішувати з використання космічних зйомок. В результаті дослідження цих питань встановлено, що: - сучасна роздільна здатність космічних знімків дозволяє визначати планове положення точок з точністю до 0,3-0,7 м, а висотного до 1,5 м; - сучасні методи опрацювання космічних знімків (працювання збільшених фрагментів) потребують більшого об'єму робіт з прив'язки знімків, але дозволяють будувати карти й плани на невеликі ділянки, коли можна знехтувати кривизною Землі; - сучасна роздільна здатність космічних знімків та сучасні методи їх опрацювання дозволили встановити коло задач, які на сьогодні успішно можуть вирішуватися у маркшейдрії.

Космічний знімок у масштабі 1:200 000 охоплює територію від об'єктів ПАТ «ІнГЗК» до об'єктів ПАТ «ПівнГЗК». Такий знімок забезпечить потреби всього регіону у вихідних даних для картографування територій. Карти та плани на певні об'єкти можуть бути отримані шляхом опрацювання певних збільшених фрагментів.

Сучасна планова та висотна точність космічного знімка дозволяє вирішувати задачі: встановлення меж гірничого відводу та меж землекористування; обстеження територій, підпрацьованих підземними гірничими роботами; проектування нових площ під об'єкти гірничовидобувного підприємства; проектування робіт з рекультивації відпрацьованих земель; складання карт та ситуаційних планів тощо.

Коло задач, які можуть вирішуватися за космічними знімками збільшується з підвищенням роздільної здатності.

Л.В. ДОЛГІХ, канд. техн. наук, доц., Т.І. РИЖАНКОВА, студентка
Криворізький національний університет

ВИБІР ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ ЗНІМАННЯ ПРИ МАРКШЕЙДЕРСЬКОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Сучасні наукові досягнення розширили можливості маркшейдерської служби гірничодобувного підприємства у виборі способу зйомки. Ефективним способом зйомки є зйомка з використанням електронних тахеометрів, які дозволяють автоматизувати польові роботи, скоротити час. GPS дозволяють ефективно виконати прив'язку зйомки до вихідної мережі. Недоліком використання сучасних геодезичних приладів є неможливість отримання плану на значну за площею ділянку на один момент часу, що можливе при фотограмметричних методах виконання знімальних робіт.

Досягнення сучасної фотограмметрії дозволяють автоматизувати майже всі маркшейдерські задачі: складання планів і розрізів; обчислювальні роботи; проектні роботи; тиражування та збереження документації; аналіз даних; вибір оптимальних рішень при управлінні підприємством тощо. Зараз, як і раніше, впровадження фотограмметричних методів вирішення задач маркшейдерського забезпечення кар'єрів направлено на підвищення ефективності маркшейдерських робіт, автоматизацію обчислень та графічних побудовань.

Значними темпами розвиваються аеро- та космічні зйомки. Сучасні супутникові апарати мають якісну оптику та засоби передачі інформації. Космічні апарати, як правило мають об'єктиви високого дозволу із системами адаптації до умов зйомки, системи прийому, перетворення і передачі інформації. З космосу можна отримувати зображення з дозволом навіть менше 1 метра. В останнє десятиліття фотограмметрія збагатилася новими методами, які розвиваються на основі класичних методів. У першу чергу це цифрові методи. Суттєво змінилися польові роботи на наземному стереозніманні з використанням цифрових професійних камер, роздільна здатність яких за останні 15 років підвищилися майже у чотири рази.

Зараз виконання фотографічних робіт зі штатива з жорстко встановленою цифровою камерою на електронному тахеометрі, замінено фотографуванням «з руки». При сильному вітрі цифрова камера ставитися на голівку штатива без використання спеціальних пристосувань. Прив'язка базисів фотографування не вимагає високої точності, тому що для процесу орієнтування координати станцій досить знати з точністю до 20 м. Це дозволяє скоротити час польових робіт, при необхідності переносити положення станції на кілька метрів, наприклад, для виключення при зйомці в полі зору перешкод. На кар'єрах без такої методики досить складно виконувати фотографування, тому що при зйомці з постійних точок верхніх бортів неможливо охопити більші площі через усілякі перешкоди. Практично це виглядає в такий спосіб: спочатку виконується зйомка з обраних станцій максимально можливих площ, а потім, якщо будь-які перешкоди закривають частину об'єкта зйомки, проводиться зміщення зі станції на необхідну величину (10-15 м, іноді більше), і виконується зйомка закритих раніше площ. Прив'язка базисів може здійснюватися за допомогою електронних тахеометрів.

Завдяки використанню електронних тахеометрів можна виключити стаціонарні станції для зйомки кар'єрів, тому що спостерігач на кожній станції може визначити координати точки стояння методом вирішення зворотної засічки. Контроль визначення координат станцій фотографування здійснюється з використанням декількох прийомів і надлишкової кількості опорних точок. Дана методика є більш ефективною в порівнянні із класичною, тому що дозволяє виконувати роботи в складних умовах, з перешкодами у полі зору. Зйомка більш гнучка до мінливих умов.

Вибір впроваджуваного методу повинен ґрунтуватись на економічній доцільності. Наприклад, такі задачі, як складання і поповнення маркшейдерської графічної документації на великі площі (50-70 км²) повинні вирішуватись за результатами аерофотозйомки, яка для цієї мети може використовуватись один раз у п'ять чи три роки. Для виконання знімальних робіт можуть використовуватись електронні тахеометри, GPS та такі ефективні дистанційні способи, як аеро- і космічне знімання, наземне знімання з використанням сучасних цифрових камер. Вибір виду зйомки залежить від об'єму робіт та вирішуваних задач.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПРИЛАДІВ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННІ ЗА ЗСУВАМИ

Одним з напрямів підвищення ефективності виконання спостережень за зсувами є вдосконалення приладової бази, що використовується для вимірів.

Доцільно для лінійно-кутових вимірів використовувати електронні тахеометри, а для вимірювання перевищень - сучасні цифрові нівеліри. Ці прилади мають накопичувачі пам'яті, що дозволяє зменшити час на виконання робіт, так як не виконуються вручну записи в полі.

Для забезпечення необхідної точності підбирається точний або високоточний прилад.

Для виконання робіт з визначення величин зсуву масиву гірських порід: лінійні виміри можуть здійснюватися із середньою квадратичною помилкою не більше ± 5 мм; кутові виміри можуть здійснюватися з точністю $2''$; розбіжність перевищень на станції не повинна перевищувати ± 3 мм. Для забезпечення вказаної точності можуть використовуватися точні електронні тахеометри типу SET 630R та нівелір - SETL і подібні.

Використання сучасних приладів підвищує ефективність польових робіт, але ефект буде ще більшим, якщо замість геометричного нівелювання використовувати тригонометричне нівелювання.

Другим напрямом підвищення ефективності вимірювальних робіт є виконання, замість геометричного, тригонометричного нівелювання з використанням електронного тахеометра, який використовується для вимірювання відстаней між реперами спостережної станції.

По-перше - дозволить скоротити час спостережень на станції, так як встановлений тахеометр для лінійно-кутових вимірів дозволяє виконати вимірювання додатково кути нахилу значно швидше, чим встановлення нівеліра, рейок та взяття відліків по рейках.

По-друге - точність визначення позначок реперів буде достатньо високою.

Розглянуто точність визначення висоти інструмента та висоти наведення. Для цього достатньо їх виміряти ретельно з точністю до міліметра.

Ще одним напрямом підвищення ефективності вимірювальних робіт є використання GPS для визначення координат X , Y та Z реперів. За координатами визначаються необхідні параметри зрушення.

Прив'язка опорних реперів спостережної станції в горизонтальній площині здійснюється триангуляцією або прокладанням теодолітних ходів з відносною лінійною нев'язкою не грубіше 1:2000 та $30''$ точністю вимірювання кутів.

Розбіжність у перевищеннях на станції, отриманих по різних сторонах рейок, не повинна перевищувати ± 3 мм, а нев'язка в нівелірному ході не повинна перевищувати $\pm 15 \text{ мм} \cdot \sqrt{L}$.

Розбіжність безпосередньо вимірюваної довжини інтервалу у прямому і зворотному напрямках не повинна перевищувати ± 2 мм, а розбіжність вимірних відстаней між крайніми реперами профільних ліній з прямого і зворотного ходів не повинно перевищувати 1:10 000 довжини профільної лінії.

Виходячи з цих положень, розраховано, з якою точністю необхідно виконувати лінійні та кутові виміри при заміні геометричного нівелювання на тригонометричне.

Досліджено з якою точністю необхідно вимірювати довжини ліній між реперами, при виконанні робіт електронним тахеометром SET 630R, кутова точність якого $6''$. Визначено як на точність лінійних вимірів впливає величина кута нахилу.

Для визначення перевищення з середньою квадратичною помилкою $m_h = \pm 3$ мм при $m_\beta = 6''$, $S = 20$ м при куті нахилу:

1° - довжини ліній повинні бути виміряні з точністю не грубіше 168 мм;

3° - довжини ліній повинні бути виміряні з точністю не грубіше 56,2 мм;

10° - довжини ліній повинні бути виміряні з точністю не грубіше 17 мм.

При обчисленні відстаней за координатами, визначеними з використанням GPS, встановлено, що для визначення довжини ліній з точністю ± 2 мм, координати необхідно визначати з точністю не грубіше $\pm 1,4$ мм.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ГРАФІЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ НА ТЕРИТОРІЇ ШАХТИ ім. ОРДЖОНІКІДЗЕ ПАТ «ЦГЗК»

З метою отримання не тільки величин деформацій, а й довгострокового прогнозу стану об'єкту, що спостерігаються, результати дослідження деформацій, як правило, опрацьовуються за різними програмними засобами. Методи математичного та графічного опрацювання результатів дослідження величин деформацій дозволяють не тільки отримати необхідні дані, а й представити їх у зручному вигляді.

З аналізу побудованих графіків осадок реперів роблять висновок про очікувані величини деформацій, тому важливо, щоб не тільки табличні дані, а й графічний матеріал давали не тільки точну, а й наочну та зручну у використанні інформацію. Результатом досліджень є встановлення необхідності паралельно із класичними методами застосовувати інші, більш ефективні.

При дослідженні різних деформацій, які виникають внаслідок ведення гірничих робіт, складається або оновлюється графічний матеріал. При графічному опрацюванні отриманих результатів спостережень здійснюється: оновлення плану станції спостереження; будуються вертикальні розрізи по кожній профільній лінії; складаються графіки вертикальних і горизонтальних зміщень та деформацій по кожній профільній лінії; складаються графіки швидкостей зміщення реперів за напрямком векторів тощо.

При аналізі результатів дослідження деформацій враховуються допустимі їх величини. Критичні деформації земної поверхні – це величини деформацій земної поверхні, які приймаються для визначення меж зони небезпечного впливу підземних розробок та кутів зрушення: кривизна - $0,2 \cdot 10^{-3}$ (1/м); нахил - $4,0 \cdot 10^{-3}$; горизонтальний розтяг - $2,0 \cdot 10^{-3}$. Обчислені деформації, занесені у відповідну таблицю, не дають такої наочності, як графічне відображення. На графіку більш ефективно відображається характеристика зрушень, легко визначаються небезпечні ділянки. Величину зрушення відносять до середини інтервалу. Вертикальний і горизонтальний масштаби розрізів по профільних лініях повинні бути однаковими і рівними масштабу плану спостережної станції.

Графічна документація повинна не тільки відображати фактичне положення реперів, а й дозволяти роботи прогнози на певний час. За результатами спостережень небезпечних об'єктів необхідно розраховувати також вірогідність катастрофічних подій, таких як стрімке обвалення тощо.

Відомо, що це складна задача: іноді складні процеси у надрах є причиною змінення загальної закономірності зсувного процесу; часто складно зробити прогноз через низьку періодичність спостережень за реперами – від одного до двох разів на рік; розташування реперів не завжди є оптимальним для прогнозування складних процесів у надрах, а закладання нових не дає потрібного ефекту декілька років, поки не набереться достатня кількість статистичних спостережень.

Крім зазначених потребують вирішення задачі:

визначення способу згладжування графіків горизонтальних та вертикальних деформацій;

обчислення мінімальної кількості спостережень та необхідної кількості спостережень для оцінки точності визначень;

обчислення необхідної кількості спостережень для можливості виконання прогнозу;

якщо для моделювання процесу зрушень використовуються нейронні мережі, то необхідно вирішити проблему їх перенавчання. Практика показує, що при визначенні закономірностей зсувних процесів для одного і того самого об'єкту, реperi, навіть однієї профільної лінії, мають різні закономірності. У даному випадку можна використовувати просту лінійну залежність, або нейронну мережу - більш складну, але яка потребує відповідної підготовки.

При виконанні робіт по визначенню деформацій реперів профільних ліній на території шахти ім. Орджонікідзе ПАТ «ЦГЗК» використовується пакет програм «Дельта».

Програми «Дельта» дозволяють виконувати математичну обробку результатів спостережень та складати таблиці і графіки. Важливим є створення сучасної системи інтерпретації даних.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ВАРТОСТІ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ З УРАХУВАННЯМ ЗЕМЕЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ

Земельна складова або складова місце розташування є однією з найвагоміших факторів, нерозривно пов'язаних із процесом урбанізації, що обґрунтовує необхідність урахування вартості земельної ділянки при будівництві житлової нерухомості.

Зростання питомої ваги міського населення призводить до загострення житлових проблем, які потребують вирішення.

Останнім часом спостерігається тенденція вирішення проблеми будівництва нового житла шляхом ущільнення існуючої забудови або за рахунок розростання міста та поглинання інших населених пунктів.

Обмеженість земельних ресурсів, в умовах їх платного використання, значно ускладнює механізми регулювання житлових відносин та призводить до збільшення вартості житлової нерухомості.

У зв'язку із цим набуває актуальності дослідження методичних підходів до формування структури вартості житлової нерухомості з урахуванням земельної складової.

Стосовно вартості спорудження житла необхідно зауважити, що відповідно до [1,2] Мінрегіонбудом здійснюється регулювання і контроль кошторисної нормативної бази, визначення порядку її застосування і дотримання при будівництві.

Так, згідно [2] вартість будівництва визначається з використанням державних кошторисних норм, які є обов'язковими при здійсненні будівництва об'єктів із залученням державних коштів.

Зокрема, мінімальним показником собівартості спорудження житла, який щорічно визначається Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, і відповідно на який орієнтована вартість соціального житла, є показник опосередкованої вартості спорудження житла [3].

Здійснивши аналіз законодавчих актів виявлено, що офіційно затверджені документи, які регламентують вартість житлової нерухомості не відображають земельну складову.

Як свідчать літературні джерела, сучасні науковці приділяють значну увагу дослідженню формування ринку житла, питання взаємодії попиту і пропозиції на цьому ринку, державної політики в сфері фінансування житлового будівництва, удосконалення ефективного функціонування житлово-комунального господарства, тобто суто економічним аспектам без урахування земельної складової у вартості житлової нерухомості різних типів.

При прогнозуванні ринкової вартості житлової нерухомості велике значення має безпосередньо вплив містобудівної цінності, який і відображається цією структурною одиницею загальної вартості.

Список літератури

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України» від 30.04.2014 №197 - Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/197-2014-%00%BP>
2. Закон України «Про ціни і ціноутворення» від 03.12.1990 №507-ХІІ - Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5007-17>

М.В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., М.П. СЕРГЄЄВА, старший викладач,
А.І. СІМАШКІНА, магістрант, М.О. ГОРОХОВ, студент, Криворізький національний університет

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ НОРМУВАННЯ ПРОМИСЛОВО-БАЛАНСОВИХ ЗАПАСІВ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ ПО СТУПЕНЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ ДО ВИДОБУВАННЯ ПІДЗЕМНИМ СПОСОБОМ

Критерієм при класифікації балансових запасів по ступеню підготовленості до видобування промислово-балансових запасів корисної копалини є виконання певних видів гірничих робіт. При підземному способі видобування промислово-балансових запасів корисної копалини з родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці методи визначення підготовленості промислово-балансових запасів до видобування базуються на класифікації гірничих робіт і розрізняють три категорії промислово-балансових запасів: розкриті, підготовлені і готові до видобування.

При видобуванні корисної копалини з рудного родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці готові до видобування, підготовлені і розкриті промислово-балансові запаси корисної копалини масиву залізистих кварцитів створюються для забезпечення планової продуктивності гірничодобувного підприємства і вимог до однорідності якісного складу залізорудної маси, яка видобувається. Під нормативами підготовленості промислово-балансових запасів корисної копалини при підземному способі видобування розуміємо не тільки їх абсолютну величину, але і число добувних одиниць в основних стадіях гірничих робіт. Під добувною одиницею розуміємо найменшу частину покладу, що відпрацюється однією системою видобування промислово-балансових запасів корисної копалини. Залежно від прийнятої системи видобування виймальними одиницями можуть бути панель, камера, блок, прошарок і т. п. Розміри і вихідні промислово-балансові запаси корисної копалини масиву залізистих кварцитів добувної одиниці встановлюємо проектом видобування з родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці і при нормуванні підготовленості промислово-балансових запасів корисної копалини їх слід вважати заданими.

Величина промислово-балансових запасів корисної копалини, яка видобувається, добувною одиницею не виявляє істотного впливу на її продуктивність. Продуктивність гірничодобувного підприємства визначаємо в основному числом добувних одиниць, що перебувають у стадії випуску відбитої залізорудної маси. Число добувних одиниць, а не величина готових до видобування промислово-балансових запасів корисної копалини впливають на однорідність якісного складу залізорудної маси, яка видобувається.

Готові до видобування промислово-балансові запаси корисної копалини на шахті зосереджені у добувних одиницях, що перебувають у стадіях випуску відбитої залізорудної маси і буріння вибухових свердловин до початку випуску.

Підготовлені промислово-балансові запаси корисної копалини шахти складаються із промислово-балансових запасів корисної копалини блоків, що перебувають у стадіях очисного видобування і нарізки до початку очисного видобування.

Розкриті промислово-балансові запаси корисної копалини шахти складаються з балансових запасів корисної копалини добувних дільниць (груп, блоків), що перебувають у стадіях очисного видобування, нарізки й підготовки. Мінливість готових до видобування, підготовлених і розкритих промислово-балансових запасів корисної копалини шахти носить стрибкоподібний характер. Це пояснюється тим, що введення кожної виймальної одиниці в очисне видобування збільшує готові до видобування промислово-балансові запаси корисної копалини масиву залізистих кварцитів на величину промислово-балансових запасів корисної копалини добувної одиниці, введення кожного блоку у стадію проведення нарізних робіт збільшує підготовлені балансові запаси корисної копалини шахти на величину промислово-балансових запасів корисної копалини блоку і т. ін.

Отже, нормативи підготовленості промислово-балансових запасів корисної копалини шахти повинні розглядатися як мінливі щодо середніх значень і при нормуванні слід встановити область припустимих відхилень готових до видобування, підготовлених і розкритих промислово-балансових запасів корисної копалини гірничодобувного підприємства.

**ВИЗНАЧЕННЯ І НОРМУВАННЯ ПРОМИСЛОВО-БАЛАНСОВИХ ЗАПАСІВ
КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ ПО СТУПЕНЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ
ДО ВИДОБУВАННЯ В УМОВАХ ШАХТИ**

Приступаючи до нормування промислово-балансових запасів корисної копалини по ступеню підготовленості до видобування промислово-балансових запасів корисної копалини, доцільно уточнити перелік гірничо-капітальних, гірничо-підготовчих і нарізних виробок. Це дозволить правильно визначати готові до видобування, підготовлені і розкриті промислово-балансові запаси корисної копалини масиву залізистих кварцитів в конкретних умовах шахти і уникнути помилок на першому етапі нормування підготовленості промислово-балансових запасів корисної копалини до видобування промислово-балансових запасів корисної копалини. Гірничі виробки шахти підрозділяємо у такий спосіб.

1. Гірничо-капітальні виробки: вертикальні стволи, виробки навколоствольних дворів, квершлагги, що розкривають родовище, поклад, рудне тіло чи дільницю або окремі рудні тіла, головні відкаточні і вентиляційні штреки, орти і розсічки ортів (10 м), вентиляційні квершлагги і штреки, вентиляційні ходові підняття, які служать запасними ходами в поперсі, капітальні рудоспуски і породоспуски, виробничо-господарчі камери, свердловини загальношахтного призначення (вентиляційні, дегазаційні, дренажні, водовідливні, кабельні, лісоспускні і інші).

2. Гірничо-підготовчі виробки: відкотні штреки, орти і заїзди, вентиляційні штреки і орти, крім гірничокапітальних.

3. Нарізні виробки: бурові камери вентиляційних підняттях, бурові камери відрізних підняттях, відрізнi підняття, бурові штреки, вентиляційно-бурові орти, вентиляційні орти, вентиляційні штреки (крім гірничо-підготовчих), рудоспуски в камери, ходки в камери, збіжки з вентиляційними підняттями, підсічні штреки, ходові підняття, випускні воронки, камери під воронками, вібровипускні орти, траншеї під віброустановки, розпушівка над відкаточним штреком, камери скреперних лебідок.

Визначення нормативів промислово-балансових запасів корисної копалини по ступеню підготовленості до видобування промислово-балансових запасів корисної копалини проводиться з обліком існуючих на гірничодобувному підприємстві геологічних, гірничотехнічних, технологічних і організаційних умов видобування промислово-балансових запасів.

Причому, розрахункам нормативів промислово-балансових запасів корисної копалини кожної категорії підготовленості передують розрахунки числа добувних одиниць і блоків.

Вимоги до однорідності якісного складу корисної копалини у добових обсягах видобування промислово-балансових запасів корисної копалини у залізорудній масі шахти обмежені. Діапазон обмеження коливань вмісту якості заліза загального щодо його планового значення різний: у більшу сторону - 2 %, а в меншу - 1 %. Дані вимоги не можна вважати обґрунтованими по наступних причинах. Статистичні розподіли вмісту якості заліза загального у змінних і добових обсягах корисної копалини у залізорудній масі, що надходить на збагачувальну фабрику, симетричні і близькі до нормального закону розподілу. Ця закономірність підтверджена численними дослідними даними.

Не є виключенням із цього правила шахта. Симетричність розподілу вмісту якості заліза загального у залізорудній масі, що надходить на збагачувальну фабрику, свідчить про те, що при виконанні вимог до усереднення вмісту якості корисної копалини у залізорудній масі, що наведені вище, середній вміст якості заліза загального у добутий залізорудній масі буде вище планового на 0,5 % і фактичні відхилення від середнього складуть $\Delta = \pm 1,5$ % (із заданою ймовірністю).

Для більш жорстких умов ймовірність $p=0,85$ і коефіцієнт ймовірності $t=1,44$.

Середнє квадратичне відхилення вмісту якості заліза загального відповідно до вимог до внутрішньошахтного усереднення вмісту якості корисної копалини у залізорудній масі дорівнює 1,042. Питома вага видобування становить $p_{оч}=0,924$.

НОРМУВАННЯ ГОТОВИХ ДО ВИДОБУВАННЯ ПРОМИСЛОВО-БАЛАНСОВИХ ЗАПАСІВ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ МАСИВУ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ ВІДКРИТИМ СПОСОБОМ

Промислові готові до видобування це промислово-балансові запаси із числа промислових, підготовлених для видобування яких виконані допоміжні роботи і які можуть бути відпрацьовані незалежно від подвигання суміжного верхнього уступу із залишенням при цьому необхідної ширини робочої площадки. Відбиті від масиву промислово-балансових запасів корисної копалини є також готові до видобування промислово-балансові запаси. Методика визначення підготовленості промислово-балансових запасів потребує вдосконалення. Це пояснюється тим, що при класифікації підготовленості промислово-балансових запасів корисної копалини до кінця не витриманий класифікаційний принцип, відповідно до якого підготовленість промислово-балансових запасів до видобування визначаємо виконанням устатовленого комплексу гірничих робіт.

Розглянемо, як відбуваються мінливості у часі готових до видобування промислово-балансових запасів корисної копалини однієї добувної одиниці і кар'єру в цілому. Опіраючись на класифікацію промислово-балансових запасів по ступеню підготовленості до видобування, відповідно до якої готові до видобування промислово-балансові запаси є сума промислово-балансових запасів відбитих, обурених і підготовлених до буріння вибуховими свердловинами (або зачищених). Доцільно спочатку розглянути динаміку кожної із цих трьох груп промислово-балансових запасів залізородної маси однієї добувної одиниці, а потім готових до видобування промислово-балансових запасів корисної копалини по кар'єру в цілому.

Відбиті промислово-балансові запаси залізородної маси забезпечують продуктивність добувної одиниці в період між розпушеннями масиву залізитих кварцитів. У процесі добувних робіт відбиті промислово-балансові запаси корисної копалини масиву залізитих кварцитів в результаті їх відвантаження зменшуються доти, поки не будуть повністю відвантажені або не досягнуть певного рівня. Мінливості відбитих промислово-балансових запасів у забоях окремих добувних одиниць і в кар'єрі в цілому відбуваються стрибкоподібно з періодом, що дорівнює інтервалу між суміжними розпушеннями масиву залізитих кварцитів, і з амплітудою, що дорівнює обсягу відбитої залізородної маси.

Промислово-балансові запаси готові до видобування корисних копалин створюємо для забезпечення виконання планової продуктивності гірничодобувного підприємства. При наявності вимог до однорідності якісного складу корисної копалини у залізородній масі, яка видобувається вони повинні забезпечувати виконання всіх вимог. Промислово-балансові запаси готові до видобування корисних копалин впливають на продуктивність гірничо-добувного підприємства і однорідність якості корисної копалини у залізородній масі через число потоків залізородної маси, що надходять із добутих промислово-балансових запасів, тобто через число добувних одиниць. Тому нормування підготовленості промислово-балансових запасів корисної копалини повинно включати визначення нормативного числа добувних одиниць і забезпеченість промислово-балансовими запасами корисних копалин кожної добувної одиниці. Якщо продуктивність кар'єру і рівень однорідності якісного складу корисної копалини у залізородній масі встановлені планом, то число добувних одиниць повинно бути достатнім для виконання планових завдань. Припустимо, що між числом добувних одиниць N і продуктивністю гірничодобувного підприємства D є залежність $D=D(N)$. Продуктивність гірничодобувного підприємства не може бути менше величини D_0 , яка є заданою, тобто повинно бути $D \geq D_0$. Ця нерівність визначає область, у якій необхідно встановити мінімальне значення функції $D=D(N)$ і відповідне йому значення $N=N_0'$. Аналогічно, якщо функція $\sigma=\sigma(N)$, де $\sigma(N)$ - середнє квадратичне відхилення усередненого вмісту якості корисного компонента, а N - число добувних одиниць, то при заданій величині $\sigma=\sigma_n$ область оптимізації визначаємо нерівністю $\sigma_n \leq \sigma$. У цій області необхідно встановити мінімальне значення функції $\sigma=\sigma(N)$ і відповідне йому значення $N=N_0''$.

Отже, у розглянутих випадках продуктивність гірничодобувного підприємства і рівень однорідності якості корисної копалини у залізородній масі виступають як критерії оптимізації, а число добувних одиниць як оптимізуючий параметр. Тому можна стверджувати, що в цьому випадку має місце оптимізація числа добувних одиниць за технічними критеріями - заданої продуктивності гірничодобувного підприємства і рівню однорідності якості корисної копалини у залізородній масі.

М.В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., М.П. СЕРГЄЄВА, старший викладач,
Д.С. ЧОРНОБРИВЕЦЬ, магістрант, О.С. ЛЮЛЯЄВ, студент
Криворізький національний університет

НОРМУВАННЯ ПРОМИСЛОВО-БАЛАНСОВИХ ЗАПАСІВ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ МАСИВУ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ ПО СТУПЕНЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ДО ВИДОБУВАННЯ ВІДКРИТИМ СПОСОБОМ

Облік стану і рухомості промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів по ступеню підготовленості до видобування - складова частина обліку стану і рухомості розвіданих балансових запасів корисних копалин на гірничодобувних підприємствах. Для організації такого обліку і контролю над його виконанням необхідна єдина галузева методика визначення і обліку промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів по ступеню підготовленості до видобування. Така методика необхідна і для нормування підготовленості промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів. Очевидно, що перш ніж нормувати і для того, щоб нормувати, необхідно визначити об'єкт нормування. Тому розробка єдиної класифікації промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів по ступеню підготовленості до видобування - перший етап роботи зі створення методики нормування підготовленості промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів. Найпоширенішою ознакою, що використовується для класифікації промислово-балансових запасів по ступеню підготовленості до видобування залізородної маси є виконання певних видів гірничих робіт. У зв'язку із цим розробка класифікації гірничих робіт стає завданням, розв'язок якого повино бути розглянуто в першу чергу. Гірничі роботи прийнято підрозділяти залежно від їхнього виробничого призначення, джерел фінансування, терменів і методів погашення виробничих витрат. При відкритому способі видобування промислово-балансових запасів корисної копалини з залізородних родовищ, покладів, рудних тіл чи дільниць виділяють наступні види гірничих робіт: експлуатаційно-розвідувальні, гірничо-капітальні, гірничо-підготовчі, допоміжні й видобувні.

Експлуатаційне розвідування ведеться одночасно з видобуванням промислово-балансових запасів корисної копалини на дільницях, що підлягають введенню в експлуатацію, для уточнення промислово-балансових запасів і границь рудних покладів, типів корисних копалин, виявлення включень пустих порід і некондиційних корисних копалин, визначення речовинного складу і фізичних властивостей рудних покладів, що вміщують породи. Витрати на проведення експлуатаційно-розвідувальних робіт погашаються разом з витратами на гірничо-підготовчі роботи. Гірничо-капітальні роботи проводяться з метою розкриття і видобування промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів з родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці. До них відносяться роботи із проведення капітальних в'їзних і розрізних траншей, капітального розкриття, спеціальних гірничих виробок, призначених для осушення, гідрозахисту кар'єрних полів і інше. Гірничопідготовчі роботи проводяться з метою підготовки розкритої частини родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці до видобутку. До них відносять роботи із проведення в'їзних і розрізних траншей (крім гірничо-капітальних), розкриття виробленого простору в період експлуатації родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці, обладнанню з'їздів і тупиків, видобуванню пустих порід і некондиційних запасів на робочих уступах. У результаті проведення гірничопідготовчих робіт створюються дві площини оголення корисних копалин (верхня і бічна) і утворюється уступ. Після проведення гірничо-підготовчих робіт, щоб приступити до видобування промислово-балансових запасів, необхідно роботи: зачищення поверхні уступів від залишків порід розкриття; підготовка уступів до виробництва бурових робіт (планування робочих площадок для установки бурової техніки, подрібнення і збирання «негабаритів» і інше); будівництво доріг - під'їздів до екскаваторів; проведення водовідвідних каналів і зумпфів на уступах; перенесення комунікацій і інше. Ці роботи проводяться у підготовленій частині родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці і є допоміжними, або роботами по підготовці промислово-балансових запасів уступів до видобування корисної копалини. Без проведення цих робіт промислові запаси корисної копалини на уступах кар'єру не можна вважати промисловими готовими до видобування. На наведеній класифікації гірничих робіт базується класифікація промислово-балансових запасів корисної копалини по ступеню підготовленості до видобування на гірничодобувному підприємстві (розкритих, підготовлених і готових до видобування промислово-балансових запасів корисної копалини).

ВИЗНАЧЕННЯ, ОБЛІК СТАНУ І РУХОМОСТІ РОЗВІДАНИХ БАЛАНСОВИХ ЗАПАСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН НА ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Визначення, облік стану і рухомості балансових запасів корисних копалин на гірничодобувних підприємствах - одне з найважливіших завдань раціонального, повного і ефективного освоєння балансових запасів родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці. Метою її є одержання кількісної і якісної характеристик розвіданих балансових запасів корисних копалин, що видобуваються чи залишаються в надрах і створення, таким чином, основи для оцінки ефективності використання балансових запасів при видобуванні, здійснення прогнозу розвитку сировинної бази гірничодобувних галузей промисловості і розробка заходів щодо управління балансовими запасами корисних копалин при їхньому видобуванні. Для виконання цієї роботи користувачі надр розраховують на повноцінне геолого-маркшейдерське забезпечення на всіх стадіях освоєння балансових запасів корисних копалин родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці. На стадії проектування підприємств по видобуванню балансових запасів проектна організація має наступні матеріали: геологічний звіт з підрахунком балансових запасів корисних копалин; протокол затвердження балансових запасів ДКЗ України; акт приймання-передачі розвіданого родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці балансових запасів корисних копалин для промислового освоєння; акт гірничого відводу; необхідну маркшейдерсько-геодезичну документацію і геологічні матеріали (керн розвідувальних свердловин, дублікати проб).

Для одержання додаткових вихідних даних, необхідних для проектування підприємства, виконуються дослідно-промислові видобування з дільниць балансових запасів корисних копалин родовища, покладу чи рудного тіла з метою уточнення технологічних властивостей намічених до освоєння корисних копалин або вивчення гірничо-геологічних умов їх залягання. У проектах встановлюється: черговість видобування дільниць балансових запасів корисних копалин родовища, покладу чи рудного тіла, що виключає випадки вибіркового видобування промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів; способи і системи видобування промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів, обґрунтованні техніко-економічними розрахунками по оптимальному вийманні основних і разом з ними супутніх балансових запасів корисних копалин, що залягають; склад геологічного і маркшейдерського бюро гірничодобувного підприємства і обсяг роботи, що ними виконується; перелік технічних засобів для обліку кількості і якості розвіданих балансових запасів корисної копалини, які видобуваються; порядок геологічного вивчення якості корисної копалини у процесі будівництва, експлуатації і реконструкції підприємства; проектні значення втрат промислово-балансових запасів і збіднення вмісту якості корисної копалини; перелік геологічної і маркшейдерської документації, яка складається в період експлуатації родовища, покладу, рудного тіла чи дільниці балансових запасів корисних копалин.

При виборі майданчика для розміщення гірничодобувного підприємства по даним територіальних геологічних організацій і за узгодженням з органами Держгіртехнагляду України оформляється довідка про можливість забудови цих площ, якщо майданчик попадає на територію залягання балансових запасів корисної копалини, то їх забудова дозволяється за умови передбачення в проекті заходів, що забезпечують можливість промислово-балансових запасів масиву залізистих кварцитів з надр або тимчасову консервацію мінімальної кількості балансових запасів корисних копалин.

На діючих гірничодобувних підприємствах робота, що забезпечує раціональне використання балансових запасів корисних копалин і охорону надр, виконується геологічним і маркшейдерським бюро шахти чи кар'єру. Ці бюро вирішують наступні завдання: зміцнення сировинної бази гірничодобувного підприємства; здійснення відомчого контролю над використанням промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів при видобуванні.

Отже, на гірничодобувних підприємствах є можливість одержання кількісно-якісної характеристики стану промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів на перерахованих стадіях освоєння промислово-балансових запасів корисної копалини масиву залізистих кварцитів родовища, що є базою для здійснення заходів щодо управління промислово-балансовими запасами корисних копалин при видобуванні.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В Україні земельний фонд держави характеризується надзвичайно високою біопродуктивністю у порівнянні із іншими країнами, та значним переважанням у його структурі земель із найбільш родючими ґрунтами. Україна належить до держав з дуже високим рівнем антропогенних та техногенних навантажень на земельні ресурси. Отже, вирішення проблеми охорони землі в сучасних умовах є досить нагальними. Питання збереження і охорони землі посідають значне місце в законодавстві України яке враховує специфіку земель як засобу виробництва та умови життєдіяльності людей, об'єктивну обмеженість землі у просторі, незмінність її розташування, нерозривний зв'язок з природним середовищем. Правова охорона землі передбачає систему правових засобів, за допомогою яких здійснюються заходи з відновлення, підтримання та покращання якісного стану земель. За структурою економіки Черкаська область є індустріально-аграрною. Відсутність належного державного контролю призводить до значних втрат особливо цінних ґрунтів в урбанізаційних процесах, на які припадає значна частка продуктивного потенціалу сільськогосподарських угідь.

Система державного управління земельними ресурсами буде ефективною у разі виконання перерозподілу землі як майна, вирішуючи проблеми охорони земель як основного національного багатства. Для покращення стану земельних ресурсів, скоординованих дій органів місцевого самоврядування і виконавчої влади та контролюючих органів розроблена та затверджена рішенням обласної ради «Програма розвитку земельних відносин в Черкаській області на 2001-2010 роки». З метою відновлення малопродуктивних та деградованих земель, після тривалого їх використання, проводиться їх консервація. В області потребують консервації 139,2 тис. га земель, з них: 95,8 тис. га деградовані та 43,4 тис. га - малопродуктивні. На малопродуктивних земельних ділянках чи ділянках без ґрунтового покриву проводять рекультивацию шляхом пошарового нанесення знятої ґрунтової маси, а в разі потреби і материнської породи.

З метою ефективного використання земельних ресурсів розроблена «Стратегія розвитку Черкаської області на період до 2020 року» на підставі Закону України «Про стимулювання розвитку регіонів», з урахуванням Державної стратегії регіонального розвитку України, Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020» та інших документів, із використанням кращого європейського і українського досвіду та досвіду реалізації «Стратегії розвитку Черкаської області до 2015 року». При формуванні даної Стратегії використані напрацювання вітчизняних і закордонних учених, громадська думка, практичні пропозиції фахівців, щодо вирішення проблем, досягнення цілей розвитку області. Реалізація стратегії можлива шляхом залучення органів державної влади, населення, представників бізнесу та громадських організацій.

Важливим при створенні умов для поліпшення стану довкілля є вдосконалення системи його моніторингу на регіональному рівні та розробка проектів землеустрою з контурно-меліоративною організацією території. Слід відзначити, що залишається недосконалим землевпорядне забезпечення проведення земельної реформи, яке звелось до розробки проектів відведення при наданні земельних ділянок та оформлення правовстановлюючих документів на земельні ділянки, внаслідок чого практично втрачений науково-технічний потенціал землеустрою. Масовість порушень земельного законодавства та норм раціонального природокористування свідчить про недосконалість організаційно-правових механізмів контролю за використанням та охороною земель. Залишається незавершеною нормативно-правова та методична база розвитку земельних відносин.

Черкаська область має значні можливості для перетворення аграрного сектору економіки у високоефективний, експортоспроможний сегмент економіки шляхом підвищення економічної активності регіону, зростанню його інвестиційної привабливості, використанню новітніх технологій у виробництві, а також виході на нові ринки збуту, які відкриються завдяки євроінтеграції.

О.М. НОВІКОВА, канд. техн. наук, доц., М.В. КАЛИНИЧ, студент,
С.Є. МАХОНЬКО, студент, Криворізький національний університет

УРАХУВАННЯ РЕФРАКЦІЇ В МОДЕЛІ НЕБЕСНОЇ СФЕРИ STELLARIUM

Серед існуючих комп'ютерних моделей небесної сфери, таких як Google Sky, Photopic Sky Survey [1], зоряної карти, розробленої за фінансової підтримки Російського фонду фундаментальних досліджень [2], системи PersAY (Personal Astronomical Yearbook), створеної в якості альтернативи астрономічним щорічнику [3], програма Stellarium займає особливе місце.

Перша версія програми Stellarium була створена французьким програмістом Фабіаном Шеро ще в 2001 р. У даний час це найбільш близька до реальності модель небесної сфери.

Модель спирається на такі зоряні каталоги, як каталог Hipparcos, що містить понад 200 000 зірок, каталог Tycho з більш ніж 2 мільйонами зірок, каталог NOMAD з більш ніж 136 мільйонами зірок.

Крім того, використовується каталог Месяє зоряних туманностей, точні дані про об'єкти сонячної системи і навіть штучні супутники Землі.

Stellarium дозволяє побачити небесну сферу в будь-який момент часу і для будь-якої точки земної поверхні.

Для цього у програму закладено координати більш ніж 25 тис населених пунктів, розташованих по всій території Землі. Stellarium є динамічною, а не статичною моделлю, в якій вид небесної сфери змінюється щомиті в залежності від значення поясного часу вибраного пункту.

Моделювання атмосфери виконується так. При включеній атмосфері виконується розрахунок зенітних відстаней з урахуванням рефракції. Для розрахунку використовуються такі величини як атмосферний тиск і температура повітря.

Моделюється розсіювання світла від небесних тіл за допомогою коефіцієнта екстинкції, який, як і атмосферний тиск, та температуру, можна ввести в ручному режимі.

Аналіз зміни зенітної відстані світил з урахуванням атмосфери і без неї в моделі Stellarium показав, що в цій програмі використовується модель рефракції, відмінна від стандартної.

Утабл. подано значення поправки за рефракцію в зенітні відстані зірок при температурі 10 °С і тиску 760 мм рт.ст. для вимірних значень рефракції, визначених для стандартної атмосфери і для моделі, яка використовується в програмі Stellarium.

Таблиця

Поправка за рефракцію в хвилинах	Спостережуване значення зенітної відстані (спотворене рефракцією) у градусах							
	0	20	40	60	70	80	85	90
для моделі стандартної атмосфери	0	0,4	0,8	1,7	2,6	5,3	9,9	35,4
для моделі в програмі Stellarium	0	0,1	0,4	1,4	2,5	5,3	9,9	35,4

Як видно з табл., поправка за рефракцію в програмі Stellarium для зенітних відстаней від 0° до 80° на порядок менше поправки за рефракцію, яка визначена на підставі стандартної моделі атмосфери.

Лише для зенітних відстаней від 80° і більше поправки за рефракцію збігаються. Максимальне розходження в поправки за рефракцію становить для зенітних відстаней 40° 0,4 хв або 24 с.

Для наближених методів визначення координат пунктів астрономо-геодезичними методами відмінностями в моделях рефракції стандартної і програми Stellarium можна знехтувати. Однак, для точних визначень астрономічних координат відмінностями у визначенні поправки за рефракцію нехтувати не можна.

Враховуючи, той факт, що програма Stellarium створена на підставі сучасних максимально точних моделей, у тому числі, сучасних моделей рефракції, для точних астрономічних визначень можна рекомендувати модель рефракції програми Stellarium.

Список літератури

1. Карта звездного неба [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://astrogalactica.ru/starsmap>.
2. Карта звездного неба / Профессиональная версия [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.astronet.ru/db/map+/about.html?lang=ru>.
3. Программная система PersAY – «Персональный астрономический ежегодник» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ipa.nw.ru/PAGE/EDITION/RUS/persay/persay.html>.

УДК 004.056: 006.029

Г.В. КРУТОВ, канд. техн. наук, доц., О.О. ЛЯШЕНКО, студент
Криворізький національний університет

СИСТЕМИ СЕРТИФІКАЦІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ЦИФРОВИХ ПІДПИСІВ

Електронний цифровий підпис (ЕЦП) – це блок інформації, який додається до файлу даних автором (підписувачем) та захищає файл від несанкціонованої модифікації і вказує на підписувача (власника підпису). Для функціонування ЕЦП використовуються 2 ключі захисту (які зберігаються у різних файлах): таємний (особистий) і відкритий ключі.

Накладання електронного цифрового підпису (підписування) – це операція, яка здійснюється відправником (підписувачем) документу із використанням його таємного ключа. При виконанні цієї операції на вхід відповідної програми подаються дані, які треба підписати, та таємний ключ підписувача. Програма створює із даних за допомогою таємного ключа унікальний блок даних фіксованого розміру (власне ЕЦП), який може бути справжнім тільки для цього таємного ключа та саме для цих вхідних даних. Тобто, ЕЦП – це своєрідний «цифровий відбиток таємного ключа і документа»

Використання ЕЦП регулюється Законами України у сфері інформаційних технологій: «Про електронні документи та електронний документообіг» від 22 травня 2003 р. № 851-IV; «Про електронний цифровий підпис» від 22 травня 2003 р. № 852-IV; «Про Національну систему конфіденційного зв'язку» від 10 січня 2002 р. №2919-111. ЕЦП накладається за допомогою особистого ключа та перевіряється за допомогою відкритого ключа (ст. 1 Закону "Про електронний цифровий підпис").

Суб'єктами правових відносин у сфері послуг ЕЦП є: підписувач; користувач; центр сертифікації ключів (ЦСК); акредитований центр сертифікації ключів; центральний засвідчувальний орган (ЦЗО); засвідчувальний центр (ЗЦ) органу виконавчої влади або іншого державного органу; контролюючий орган.

Обов'язковим об'єктом технології ЕЦП є сертифікат ключа — документ в електронній або паперовій формі, необхідний для верифікації відкритого ключа — доказ того, що певна особа правомірно володіє відповідним особистим ключем. Для управління сертифікатами в Україні створюється інфраструктура національної системи ЕЦП, елементами якої є центри сертифікації ключів та засвідчувальні центри. Головна складова в цій системі — центральний засвідчувальний орган. Положення про ЦЗО затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2004 р. №1451.

Як технічний організатор усієї системи ЕЦП в Україні ЦЗО реєструє центри сертифікації ключів та проводить їх акредитацію, а також формує кореневі сертифікати ключів. Центральний засвідчувальний орган забезпечує реєстрацію засвідчувальних центрів органів виконавчої влади та інших державних органів; акредитацію ЗЦ і центрів сертифікації ключів; формування та видачу сертифікатів ключів ЗЦ і ЦСК; ведення електронних реєстрів сертифікатів ключів ЗЦ і ЦСК.

Організаційно-правові основи діяльності центрів сертифікації ключів (ЦСК) з надання послуг ЕЦП регулюються Законом "Про електронний цифровий підпис", який установлює правовий статус, права й обов'язки ЦСК. Уведення інституту акредитованих ЦСК дає змогу забезпечити юридично значущий електронний документообіг між учасниками, не пов'язаними один з одним попередніми договірними відносинами в паперовому вигляді.

Підробити електронний цифровий підпис, а разом з ним і засвідчений документ неможливо, адже це потребуватиме величезної кількості обчислень, які, як вважається, не можуть бути реалізовані за сучасного рівня математики й обчислювальної техніки за прийнятний час, тобто поки інформація, що міститься в підписаному документі, є актуальною.

Таким чином, захист інформації за допомогою ЕЦП у менеджменті підприємств підвищує ефективність управлінської діяльності менеджерів з погляду на гарантії цілісності і конфіденційності інформації, пришвидшення документообігу, безпечності комунікацій.

Г.В. КРУТОВ, канд. техн. наук, доц., Д.С. НЕЧАЄВ, студент
Криворізький національний університет

СТАНДАРТ UN EDIFACT В МІЖНАРОДНОМУ ЕЛЕКТРОННОМУ ОБМІНІ КОМЕРЦІЙНИМИ ДАНИМИ

Одним із основних напрямів підвищення ефективності зовнішньоекономічної діяльності підприємств є використання загальносвітових стандартів електронного документообігу. Електронний документообіг – це міжкомп'ютерний обмін діловими, комерційними та фінансовими електронними документами, наприклад, замовленнями, платіжними інструкціями, контрактними пропозиціями, накладними, квитанціями.

Стандарт EDIFACT створено для використання в глобальних комп'ютерних мережах з широким колом користувачів: державними установами, виробниками товарів, виробів і послуг, дистриб'ютерами, брокерами, транспортними експедиторами, банками, страховими компаніями та ін. Головними цілями створення та використання EDIFACT були: визначення стандартних за синтаксисом і семантикою повідомлень, прискорення документообігу, створення для малих, середніх і великих фірм більш сприятливих і рівних умов ринкової конкуренції, поліпшення умов для підготовки і здійснення торгових угод.

На основі стандарту EDIFACT інтенсивно розвивається інфраструктура електронного обміну даними. Інформаційні та телекомунікаційні системи забезпечують для своїх користувачів комплекс послуг з обробки й видачі довідкових даних, комерційних звітів, замовлень і торгових пропозицій, рахунків і платіжних квитанцій. Усі ці послуги надаються як прикладні служби, що створюються технологіями електронного обміну даними. Основними видами прикладних служб є:

он-лайн бази даних (ОЛБД), які доступні в оперативному режимі з терміналів користувачів; он-лайн бази даних цілодобово відкриті для діалогового пошуку інформації та видачі довідок і різних статистичних звітів;

електронна пошта (EP – Electronic Post) - сукупність електронних поштових скриньок, програмних засобів обробки, зберігання та передачі повідомлень, термінальних станцій для підготовки і введення повідомлень;

електронна передача коштів (EFT - Electronic Funds Transfer);

електронний обмін даними (EDI - Electronic Data Interchange) - багатоцільова система обміну документами, які мають розвинену структуру даних, як правило, реалізується на базі стандартних програмних і технічних засобів електронної пошти.

Суть побудови стандарту UN / EDIFACT (ЕДІФАКТ / ООН) - в схожості функцій окремих документів в торгівлі і на транспорті як за юридичним змістом, так і за структурою. Це створює можливість опису окремих компонентів більшості існуючих документів, супроводжуваних вчиненням зовнішньоторговельної угоди, у вигляді набору певних символів. При цьому, будучи, наприклад, складеним на якійсь одній мові (наприклад, на російській), документ може бути автоматично переведений для зарубіжних партнерів на інші мови. У місці отримання закодованого документа за допомогою спеціальних програмних засобів, налаштованих на розгортання цього документа в системі конкретного одержувача, ЕДІФАКТ-повідомлення розгортається в звичайну читану форму, роздрукувавши яку можна отримати і звичайний традиційний паперовий документ. Одночасно ЕДІФАКТ-повідомлення, передане в мережах, обладнаних пристроями, що запам'ятовують на базі керуючих серверів, виконує роль підтверджуючого документа в системі ділового адміністрування, яка не дозволяє будь-якому партнеру по обміну документами в ЕДІФАКТ уникнути відповідальності за свої послання.

Отже, UN/EDIFACT (ЕДІФАКТ/ООН) являє собою набір міжнародних стандартів, довідників і правил електронного обміну структурованими даними (які стосуються, зокрема, комерції і сервісу) між незалежними комп'ютеризованими системами. ЕДІФАКТ ООН - це, інакше кажучи, особлива структурована мова даних, пов'язаних з описом фактично всіх видів комерційної діяльності, яка використовується для обміну даними між комп'ютерними системами учасників зовнішнь-торговельних операцій.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЛОГІСТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ БАГАТОЛАНКОВИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

Актуальність проблеми енергозбереження підприємствами України обумовлюється високою енергоємністю економіки, значним потенціалом енергозбереження у виробничому секторі, залежністю України від імпорту енергоносіїв.

Для промислових підприємств в якості критеріїв енергоефективності повинні розглядатися показники, які враховують крім енергетичних параметрів також обсяги виробництва і якість продукції.

У ринкових умовах фактор обсягів і якості пов'язаний з ринковою кон'юнктурою, яка в узагальненому вигляді представляється функцією попиту на продукцію підприємства.

Сучасна маркетингова концепція стверджує, що виробляти потрібно стільки, скільки можна продати, а не намагатися продати стільки, скільки можна виробити.

Характерною рисою сучасного ринку є змінний характер поточного попиту на продукцію підприємств.

Це обумовлено високою ціновою конкуренцією на ринку, високим рівнем спеціалізації сучасного виробництва, використанням різних цінових стратегій підприємством в різні етапи життєвого циклу продукції, іншими чинниками.

Незважаючи на зазначені чинники, сучасне виробництво вимагає організації руху матеріального потоку за логістичним принципом «точно в термін» (JIT).

Більшість виробництв самих різних галузей: гірничо-видобувної, хімічної, металургійної, машинобудівної та інших організовано за багатоланковою логістичною схемою, кожна ланка якої має виробничу дільницю номінальною потужністю P_i і складську дільницю з максимальним запасом (об'ємом) технологічного продукту V_i .

Остання за логістичним ланцюжком складська дільниця виконує функцію складу готової продукції підприємства.

У виробничих умовах мінімум енергоспоживання за заданого рівня продуктивності, відповідного попиту, буде відповідати максимально рівномірному графіку продуктивності виробничої логістичної системи.

Це пов'язано з особливостями технологічного і енергетичного обладнання, для яких кількість пусків і зупинок у роботі внаслідок нерівномірного графіку суттєво впливає на рівень енергоспоживання.

У цих умовах вирівнювання графіків вирішуються як за рахунок наявності резерву потужностей виробничих ланок, так і за рахунок наявності складських запасів. Але забезпечення надлишкових виробничих потужностей ланок P_i , так само як і надлишкових складських потужностей V_i , пов'язано із додатковими капітальними витратами, що не є доцільним, якщо загальні обсяги виробництва в довготерміновому періоді не збільшуються.

Оптимізація роботи виробничої логістичної системи базується на оперативному аналізі і оцінці статистичних характеристик вихідної продуктивності системи $Q_{вих}$, як показника ретроспективного попиту, і прогнозуванні її значень на певний (оперативний) термін упередження. Управління виробничою логістичною системою забезпечує в довготерміновому періоді відповідність показників попиту загальним обсягам виробництва, а в короткостроковому періоді спрямована на максимальну стабілізацію режиму виробництва і мінімізацію енергоспоживання шляхом згладжування нерівномірності попиту відносно логістичної системи.

Наявність резервів продуктивності ланок $k_{рез,i}$ і складських потужностей V_i додає гнучкості виробничій системі і збільшує потенціал енергозбереження.

Результати моделювання процесу управління логістичною системою для умов технологічних параметрів, що характерні для гірничо-видобувної технології дають статистичну ефективність управління, визначену як відношення варіації попиту до варіації графіка продуктивності, на рівні 3,8-4,5; очікуваний рівень зниження енергоспоживання складає 6,5-8 %; а пропускну спроможність логістичної системи, що визначає здатність забезпечувати різко змінний попит в необхідному режимі, дорівнює 95-98 %.

Г.В. КРУТОВ, канд. техн. наук, доц., А.І. ГОРБАНЬ, студент
Криворізький національний університет

ОСНОВИ АНТИВІРУСНОЇ БЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ В ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Впровадження системи електронного документообігу (СЕД) дозволяє набути велику гнучкість у обробці і зберіганні інформації. Крім того, у сфері зовнішньоекономічної діяльності СЕД - це ефективний інструмент підвищення конкурентоспроможності підприємств. Але, впроваджуючи СЕД, не можна забувати про безпеку системи.

Захист системи передбачає не тільки захист даних всередині неї. Це означає, що потрібно захистити також її працездатність, забезпечити швидке відновлення після ушкоджень, збоїв і навіть після знищення. Необхідно захищати, по-перше, апаратні елементи системи. Це комп'ютери, сервери, елементи комп'ютерної мережі та мережеве устаткування (як активну - маршрутизатори, switch і т.ін., так і пасивне - кабелі, розетки і т.ін.). По-друге, необхідний захист файлів системи. Це файли програмного забезпечення та бази даних.

Загрози для системи електронного документообігу досить стандартні і можуть бути класифіковані так:

загроза цілісності - пошкодження і знищення інформації, модифікація - як ненавмисне в разі помилок і збоїв, так і зловмисне.

загроза конфіденційності - це будь-яке порушення конфіденційності, у тому числі крадіжка, перехоплення інформації, зміна маршрутів.

загроза працездатності системи - всілякі загрози, реалізація яких призведе до порушення або припинення роботи системи; сюди входять як навмисні атаки, так і помилки користувачів, а також збої в устаткуванні і програмному забезпеченні.

Будь-яка СЕД, що претендує на звання «захищеної», має як мінімум передбачати механізм захисту від основних її загроз: забезпечення збереженості документів, забезпечення безпечного доступу, забезпечення достовірності документів, протоколювання дій користувачів. Величезною перевагою для конфіденційності інформації мають криптографічні методи захисту даних. Їх застосування не дозволить порушити конфіденційність документу навіть у разі його потрапляння до рук сторонньої особи. Не варто забувати, що будь-який криптографічний алгоритм має певну ступінь криптостійкості, тобто немає шифрів, які не можна було б зламати - це лише питання часу і коштів.

Сьогодні основним і практично єдиним з запропонованих на ринку рішенням для забезпечення достовірності документа є електронно-цифровий підпис (ЕЦП). Основний принцип роботи ЕЦП заснований на технології шифрування з асиметричним ключем. Є закритий ключ, який дозволяє шифрувати інформацію, і є відкритий ключ, за допомогою якого можна цю інформацію розшифрувати, але з його допомогою неможливо зашифрувати цю інформацію. Таким чином, підписати електронний документ з використанням ЕЦП може тільки власник закритого ключа, а перевірити наявність ЕЦП - будь-який учасник електронного документообігу, що отримав відкритий ключ, відповідний до закритого ключа відправника.

Протоколювання дій користувачів - це також важливий пункт захисту електронного документообігу. Його правильна реалізація в системі дозволить відстежувати всі неправомірні дії і знайти винуватця, а при оперативному втручанні навіть зупинити спробу неправомірних або шкідливих дій. Така можливість обов'язково повинна бути присутньою в самій СЕД.

Отже, підхід до захисту електронного документообігу має бути комплексним. Необхідно тверезо оцінювати можливі загрози і ризики СЕД і величину можливих втрат від реалізованих загроз. Захист СЕД не зводиться лише до захисту документів і розмежування доступу до них. Залишаються питання захисту апаратних засобів системи, персональних комп'ютерів, принтерів та інших пристроїв; захисту середовища, в якій функціонує система, захист каналів передачі даних і мережевого устаткування, можливе виділення СЕД в особливий сегмент мережі. Комплекс організаційних заходів відіграє також важливу роль на кожному рівні захисту. Це і інструктаж, і підготовка звичайного персоналу до роботи з конфіденційною інформацією. Незадовільна організація може звести нанівець усі технічні заходи, якими досконаліми вони б не були.

Л. М. ВАРАВА, д-р економ. наук, проф., В.В. САМОЙЛЮК, студентка,
Криворізький національний університет

РОЗВИТОК ВАРТІСНО-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НА ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Сьогодні для прийняття ефективних управлінських рішень власникам і керівникам підприємств потрібна інформація про вартість бізнесу.

Причому, у проведенні оціночних робіт зацікавлені й інші сторони: державні структури, кредитні організації, страхові компанії, інвестори й акціонери.

Управління вартістю підприємства з метою її збільшення у довгостроковій перспективі дозволяє у максимальному ступені задовольнити інтереси власників, визначити оптимальні стратегічні напрями свого розвитку і виробити систему управлінських заходів, що сприяють досягненню поставлених цілей.

Тому питання щодо управління вартістю для оцінювання результатів діяльності підприємств з урахуванням стратегічних перспектив їх розвитку є актуальними.

Хрестоматійним в менеджменті є теза про те, що чільною фінансовою метою підприємства виступає зростання його цінності для власників (акціонерів). Концепція управління підприємством, в основу якої покладена ця ідея, отримала назву Value-Based Management (VBM), що вже традиційно перекладається як «концепція управління вартістю підприємства».

Якщо підприємством застосовується концепція управління вартістю, то всі її дії повинні базуватися на вартісному мисленні, яке, у свою чергу, обумовлюється наявністю двох компонентів - системи вимірювання вартості та вартісної ідеології.

Вартісне мислення у взаємозв'язку цих компонентів визначає системи управління ефективністю функціонування бізнесу та управління ефективністю роботи персоналу.

Ключовим рішенням при побудові ефективної системи оцінки вартості є рішення про вибір основного показника результатів діяльності підприємства.

Це рішення повинно давати можливість відповідати на запитання, добре чи погано «спрацювало» підприємство в цілому за звітний період, чи була фактично створена цінність для акціонерів протягом встановленого періоду?

Створення і зростання цінності підприємства для акціонерів у якості чільної мети реально актуалізуються тільки на певній стадії розвитку як підприємства, так і його зовнішнього оточення.

У цьому сенсі розвиток актуалізованих фінансових цілей підприємства може бути представлено у вигляді деяких сходів фінансових цілей, кожній шаблі якої відповідає своя група показників результатів діяльності, найбільш адекватна для даного етапу.

Аналіз управління інвестиціями на підприємстві, заснований на системі збалансованих ключових показників ефективності, пропонує рішення, які можуть бути скомпоновані умовно у дві групи: рішення з побудови управлінської системи, пов'язаної з контролем за досягненням фінансових цілей та їх коригуванням; рішення зі створення системи, що максимізує цінність бізнесу для акціонерів у майбутньому.

Концепція збалансованої системи показників добре себе зарекомендувала на практиці як інструмент усунення розриву між стратегічним плануванням і оперативним управлінням.

З'єднання збалансованої системи показників з системою вартісно-орієнтованого управління дозволяє побудувати інтегровану систему управління, в якій фактори створення вартості пов'язують з ключовим фінансовим індикатором - вартістю підприємства.

Реалізація ідеї вартісно-орієнтованого управління припускає визначення фінансових і нефінансових важелів створення вартості підприємства.

Концепція збалансованої системи показників в цьому плані - потужний інструмент ідентифікації фінансових і нефінансових показників та їх цільових значень, що впливають на вартість підприємства.

У фінансовій складовій збалансованої системи показників розглядаються основні фінансові цілі підприємства. Ключове значення має поширення ідеї вартісно-орієнтованого управління по всьому підприємству і включення цієї ідеї в процес розробки стратегії.

СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ

Основна мета процесу мотивації - це отримання максимальної віддачі від використання наявних трудових ресурсів, що дозволяє підвищити загальну результативність і прибутковість діяльності організації. Основні механізми формування трудової мотивації групуються навколо економічних, адміністративних і соціально-психологічних методів впливу на трудову поведінку робітників. Найбільш ефективною вважається така система (модель) мотивації, при якій відповідно до можливостей підприємства та потребами робітників розроблені і реалізуються різноманітні форми мотивації. Форми мотивації персоналу поділяються на: матеріальні та нематеріальні; позитивні та негативні; зовнішні та внутрішні; загальні, групові та особисті; само-мотивація [1].

Зазвичай, на підприємстві розробляється загальна система мотивації. Однак останнім часом все частіше виникає необхідність індивідуального стимулювання ключових робітників, а також групового стимулювання окремих груп робітників. Оскільки у різних робітників - різні потреби та інтереси, індивідуальна форма мотивації цінних робітників підприємства стає все більш популярною. Форма само-мотивації робітників, заснована на виділенні ними внутрішніх, значущих особисто для них, стимулів до праці. Це можуть бути інтерес до роботи, радість від професії, задоволення від творчості, визнання своєї діяльності потрібною для суспільства, бажання допомогти клієнту вирішити його проблеми і ін.

Усвідомлюючи дуже високий рівень конкуренції за професійними фахівцями, підприємства прагнуть всіма силами утримати в своєму штаті цінних робітників - носіїв інтелектуального ресурсу.

Особливу значущість розвитку даної групи працівників надають два фактори: необхідність підвищення продуктивності «інтелектуального ресурсу» підприємства; специфіка внутрішньої мотивації таких працівників.

Акценти у внутрішній мотивації інтелектуальних працівників значно відрізняються від напрямків мотивації традиційних робітників. Найбільш значущим мотивом стає прагнення до нового досвіду, рішенням нових завдань. При цьому на другий план відходять такі традиційні мотиватори, як матеріальна винагорода, комфортність робочого місця, графік роботи, розвиток і досягнення стають основою внутрішньої мотивації даної групи працівників.

Для ефективного застосування моделі мотивації персоналу необхідно враховувати певні чинники. По-перше, при наявності системи підкріплення результатів праці зацікавленість співробітника підвищується, а при мотивації, що не залежить від результатів його діяльності, - знижується.

По-друге, модель може бути застосована при індивідуальному підході стимулювання ключових робітників підприємства лише після оцінки їх переваг.

Виділяють три психологічних типи співробітників (А, В і С) які необхідно враховувати при розробці мотивуючих умов підприємства або підрозділу: група А - працівники, для яких важливі внутрішні чинники винагороди: прагнення до досягнення результату, цікавий зміст праці, значимість роботи для суспільства, спілкування з колегами; група В - працівники, які найбільш чутливі до зовнішніх факторів винагороди: до заробітної плати, кар'єрі, символів службового статусу, визнанням, до додаткових пільг; група С - працівники, для яких важливі змішані фактори винагороди, як внутрішні, так і зовнішні [2].

Таким чином, при індивідуальному підході до нематеріального стимулювання ключових співробітників необхідно визначити психотип кожного з них і застосовувати ті мотиваційні чинники, котрі є для них значущими.

Список літератури

1. Мотивация персонала в современной организации: [Учебн. пособие] / Под общ. ред. С. Ю. Трапицына – СПб.: ООО «Книжный Дом», 2007. – 240 с.
2. Самаукина Н.В. Эффективная мотивация персонала при минимальных финансовых затратах/ Наталья Самаукина. - М. : Вершина, 2006. - 224 с.

МОТИВАЦІЯ ЯК ДЖЕРЕЛО ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ

Однією з вимог сьогодення для підприємств є необхідність формування ефективної системи мотивації, як вирішальний фактор зростання продуктивності праці. Безперечно розуміння того, який вплив становить мотивація саме на результати праці, змушує керівників звернути увагу, наскільки якість, умови праці, довгострокові цілі та методи управління, система стимулювання, сприяють формуванню трудової мотивації у працівників.

Питанням мотивації та її впливу на результати підприємства активно досліджується в працях, як вітчизняних так і закордонних вчених, а саме: К.Б. Козак, К.М. Гончаренко, М.П. Мартіянова, П. Мартін, Ф. Херцберг, Ш. Річі, та ін.

Проблематикою досліджуваного питання є невміле застосування керівниками системи мотивації на підприємствах, що в свою чергу призводить до зростання плинності кадрів, зниження продуктивності праці, зменшення рівня зацікавленості в результатах своєї діяльності. Це ще раз дає змогу підтвердити, що саме підприємство повинно мати чіткі цілі, методи, та дбати про належну мотивацію у своїх співробітників, для того щоб підвищити зацікавленість в досягненні загальних цілей підприємства, шляхом підвищення їх продуктивності праці.

Продуктивність праці – це є найважливіший із показників ефективності праці, що виражається відношенням виробленої продукції (послуг) до відповідних витрат безпосередньої, живої праці. Зростання показника продуктивності праці не лише визначає розвиток підприємства, а й відповідає принципам мінімізації витрат виробництва, а отже, слугує основним критерієм результативності управління на всіх рівнях [1].

На наш погляд, задоволеність працівників матеріальними умовами праці (заробітною платою, матеріальною допомогою тощо) не у всіх випадках призводить до підвищення продуктивності праці.

Тому для вирішення даної проблеми необхідно, застосовувати крім матеріальної мотивації, модульну систему компенсації вільним часом, яка полягає в наданні вільного часу працівникам в різний час доби і дні тижня, а саме: (скорочений робочий день, гнучкий графік роботи, надання відгулів та ін.). А також застосування моральної мотивації – визнання заслуг працівника, персонального вітання з нагоди свят, та ін. Але як показує практика на підприємствах частіше можна зустріти матеріальну мотивацію, це залежить від способів управління якими користуються підприємства.

Для підвищення продуктивності праці працівників у формуванні мотиваційного механізму варто врахувати такі рекомендації: слід сформулювати мету працівників підприємства і становити відповідні показники; необхідно обрати систему мотивації праці, розробити методичне забезпечення; вдосконалювати організаційну структуру управління; потрібно вивчати й обговорювати в колективі систему мотивації праці [2, с.210];

При здійсненні прийому чи добору працівників на роботу важливо насамперед визначити та врахувати потреби, інтереси кожного окремого працівника, яку систему мотивації необхідно застосовувати, оскільки від цього залежить ефективність роботи персоналу, обсяги продажу, високі результати діяльності без особливо великих затрат.

Отже, для того, щоб отримати максимальну віддачу від використання різних методів мотивації необхідно їх комбінувати не концентруючи увагу лише на одному конкретному. Це в свою чергу сприятиме тісному взаємозв'язку між ними, що дасть змогу підвищити рівень трудових відносин та продуктивність праці в цілому.

Список літератури

1. **Богиня Д. П.** Основи економіки праці : [навч. посіб.] / Д.П. Богиня, О.А. Грішнова. – К. : Знання-Прес, 2006. – 313 с.
2. **Мягких І. М.** Перспективні напрями мотивації як засобу підвищення ефективності праці в ринкових умовах України. Актуальні проблеми економіки – №9. - 2011. - С.210-211.

В.А. КОВАЛЬЧУК, д-р техн. наук, проф., Т.М. КОВАЛЬЧУК, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ФАКТОРИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ ГМК ТА ВАЖЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

Гірничо-металургійний комплекс України є ключовим сектором економіки, який тісно пов'язаний з іншими галузями промисловості. В останні роки внаслідок вкрай несприятливої кон'юнктури світових ринків збуту металомісткої продукції та внутрішньої нестабільності, вітчизняні підприємства гірничо-металургійного комплексу опинилися у складній економічній ситуації. За даними Державної служби статистики українські металурги у 2014 році зменшили виробництво сталі (без напівфабрикатів) на 16 %. У той же час виробництво прокату чорних металів базового продукту в структурі національного експорту знизилося за цей період на 19%. Крім того, протягом 12 місяців 2014 р. в Україні було вироблено 24,802 млн т чавуну, що на 14,7 % менше, ніж у попередньому році. Цей процес спричинено зростанням цін на енергоносії: природний газ подорожчав на 22 %, електроенергія на 12 % тощо.

З огляду на зазначене стан металургійної галузі в значній мірі залежить ще й від цін на залізорудну сировину і їх змінення впливає на фінансовий стан металургійних підприємств в цілому. Ціни на металомістку продукцію у 2014 р. знизилися в середньому на 3 %, а у 2015 р. майже на 10-12 %. Окрім цього, ціни на продукцію підприємств гірничо-металургійного комплексу постійно корегуються зростаючою собівартістю її виробництва, а частка податку в ній значно збільшилася останнім часом. Зростання собівартості виробництва металопродукції обумовлене тиском природних монополій у газовому секторі і зростанням тарифів на електроенергію та транспортних тарифів. Споживання сталі в світі зменшується, і українським металургам доводиться захищати своє місце на ринку та боротися, без перебільшення, за кожний долар у собівартості, при цьому практично зупинився внутрішній ринок споживання металу з багатьох причин економічного характеру.

Україна посідає 8 місце серед найбільших виробників сталі, її питома вага складає близько 3% світового виробництва. Питома вага 5 найбільших виробників сталі у структурі внутрішнього виробництва складає близько 90%. У світовому масштабі вітчизняні виробники є достатньо дрібними гравцями: найпотужніший український виробник - Метінвест Холдинг входить лише у четверту десятку компаній за обсягами виплавки сталі. Отже, можливість вітчизняних металургів впливати на ціноутворення і кон'юнктуру світового ринку чорних металів істотно обмежена [1].

На теперішній час технологічний рівень металургійного виробництва визначається часткою електросталі та киснево-конвертерної сталі в загальному обсязі їх виробництва. В Україні частка мартенівської сталі (43,4 %) досягає відмітку значно вищу, ніж середній світовий показник - 3,2 %. Незначна за сучасними мірками частка киснево-конвертерної сталі (6,8 %) свідчить про низький технологічний рівень забезпечення української чорної металургії. Чорна металургія України характеризується ще й структурною недосконалістю та технологічним відставанням від розвинутих країн. За різними оцінками, ступінь зносу виробничих потужностей у галузі складає 70-75 %, а по окремих агрегатах - 100 %. На відміну від нормативних термінів експлуатації обладнання вітчизняних металургійних підприємств (20-30 років), у розвинутих країнах ці показники менше у 2-3 рази [2].

Підсумовуючи вищезазначене, значна частина підприємств ГМК потребує здійснення в короткі строки не тільки комплекс заходів технічного, технологічного та організаційного характеру, але й структурної перебудови економіки України в цілому, що забезпечить її конкурентоспроможність.

Список літератури

1. Безубченко О.А. Оцінка конкурентоспроможності галузей національної економіки в умовах глобалізації [Текст] / О.А. Безубченко // Економічний простір – 2009. - № 21. – С. 85-93.
2. Панченко О. М. Фактори конкурентоспроможності металургійної галузі України / О.М. Панченко, О. Г. Лищенко // Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки: зб. наук. ст. – Запоріжжя : ЗНУ, 2010. – С. 164–172.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ ІНВЕСТИВАННЯ У МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННУ БАЗУ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Стрімке зменшення обсягів виробництва підприємствами гірничо-металургійного комплексу (ГМК) України не знижує актуальність вирішення багатьох проблем, що існували до цього та мають загрозливий характер сьогодні і в перспективі. Велика фондо- та ресурсомісткість виробництва підприємств ГМК на тлі подальшого фізичного та морального зношення активної частини основних засобів та погіршення гірничо-геологічних умов експлуатації мінерально-сировинної бази, лише тимчасово «консервує» нагальне вирішення існуючих проблем.

Звісно, що несприятлива кон'юнктура ринку залізорудної сировини яка склалася на теперішній час, несприятливо вплинула на інвестиційний клімат в державі в цілому та окремих підприємств зокрема. Гірничо-збагачувальні комбінати є монопродуктовими підприємствами і не мають можливості диверсифікувати виробництво і цілком залежать від потреб металургії. Розуміючи цю проблему, на державному рівні було прийнято ряд концепцій і програм розвитку ГМК та його мінерально-сировинної бази, але лівова частина інвестицій спрямовувалася саме у модернізацію металургійних підприємств. Підтримка та розвиток об'єктів мінерально-сировинної бази гірничо-збагачувальних комбінатів інвестувалися за рахунок прибутку і за залишковим принципом, що лише частково вирішувало проблему їх підтримки і не зупинило загрозу вибуття виробничих потужностей залізорудних кар'єрів.

Серед основних проблем мінерально-сировинної бази, що потребують термінового вирішення, є ліквідація накопичених обсягів заборгованості з розкриття, приведення параметрів розробки до проектних (нормативних) та здійснення технічного переозброєння гірничотранспортного устаткування в кар'єрах. Зазначена проблема і шляхи її вирішення вітчизняними вченими вже висвітлювалася у деяких наукових публікаціях [1].

Окрім цього відомі підходи щодо організаційно-технологічного обґрунтування термінів та обсягів інвестиційних вкладень в сучасні залізорудні кар'єри, які ґрунтуються на співставленні реальних умов експлуатації родовищ з проектними (нормативними) [2]. Зважаючи на це, виникає завдання у встановленні адекватного критерію економічної оцінки ефективності довгострокових інвестицій за об'єктами і процесами в кар'єрах.

З одного боку, це додаткові витрати, що погіршують економічні показники, а з іншого - це витрати, які дозволяють запобігти незворотному вибуттю виробничих потужностей і уникнути значних збитків у перспективі.

Одним з найбільш уживаних і зручних критеріїв у практиці інвестування при реалізації інвестиційних проектів є чистий дисконтований грошовий потік (NPV). Він являє собою максимальну суму, яку може заплатити підприємство за можливість інвестувати капітал без погіршення свого фінансового стану.

Цей грошовий потік відображає прогнозу оцінку зміни економічного потенціалу підприємства у разі реалізації інвестиційного проекту.

З огляду на те, що руда в кар'єрі не є товарною продукцією, то цей показник можна трансформувати в умовно чистий грошовий потік, який виражено через добуток собівартості руди та рентабельності підприємства.

У цьому випадку гірничо-збагачувальний комбінат несе консолідовану відповідальність за інвестиційну політику усіх структурних підрозділів та існуючих ризиків.

Список літератури

1. Ковальчук В.А. Основные направления по поддержанию мощности железорудных карьеров / В.А. Ковальчук, Т.М. Ковальчук, Е.К. Бабец, Б.Е. Яценко // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2012. - № 1. – С. 78-81.
2. Ковальчук М.В. Організаційно-технологічне обґрунтування інвестиційних потреб на підтримку мінерально-сировинної бази гірничо-збагачувальних комбінатів / М.В. Ковальчук // *Економічний вісник Національного гірничого університету: наук. журн.* – Дніпропетровськ, 2015. - № 2. – С. 134-139.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СОБІВАРТОСТІ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ

Боротьба будівельної організації за зниження витрат на виробництво своєї продукції є найважливішим завданням підвищення економічної ефективності виробництва.

Загальновідомо, що собівартість є узагальнюючим показником економічної ефективності роботи підприємств всіх галузей народного господарства, у тому числі і будівельних організацій.

У системі економічних показників будівельної організації собівартості належить одне з визначних місць, оскільки вона:

відображає результати виробничо-господарської діяльності та є одним з основних елементів, що визначають прибуток і рівень рентабельності;

відображає характер використання матеріальних ресурсів, робочої сили, рівень господарського керівництва будівельною організацією, рівень культури праці;

є основною частиною вартості;

є важливим показником при визначенні економічної ефективності інвестицій у нову техніку, технологію, організацію виробництва й інших заходів НТП.

Ведення обліку; порядок визнання і відображення в обліку витрат на будівництво (витрат, пов'язаних з виконанням будівельних контрактів); класифікація таких витрат, їх групування за економічними елементами; формування і визначення фактичної собівартості будівельно-монтажних робіт (калькуляція); визначення планової собівартості будівельно-монтажних з метою планування; порядок визнання і відображення прибутків за будівельними контрактами; розкриття інформації про будівельні контракти в примітках до фінансової звітності регулюється такими нормативними документами, як: «Господарський кодекс України», «Гражданський кодекс України», Закон України від 1.06.2010 р. № 2289-VI «О здійсненні державних закупок» а також Методичними рекомендаціями по формуванню собівартості будівельно-монтажних робіт, затвердженими Мінрегіонбудом від 31.12.2010 № 573.

Планова собівартість будівельно-монтажних робіт включає витрати на виконання будівельно-монтажних робіт і визначається на підставі техніко-економічних розрахунків з використанням економічно обґрунтованих норм і нормативів затрат на здійснення будівельно-монтажних робіт (за умов нормальної потужності будівельної організації та дотримання планових термінів будівництва, раціонального та ефективного використання виробничих ресурсів та додержання вимог до якості будівництва), а також інженерних розрахунків щодо підвищення організаційно-технічного рівня будівельного виробництва внаслідок здійснення заходів щодо впровадження нової техніки та технологій, удосконалення його організації та управління, інших техніко-економічних чинників.

Метою планування собівартості будівельно-монтажних робіт є визначення величини витрат на виконання робіт у встановлені договором строки на будівництво при найбільш раціональному й ефективному використанні машин і механізмів, інших виробничих ресурсів, що реально знаходяться у розпорядженні будівельної організації, дотриманні правил технічної експлуатації основних виробничих фондів і забезпеченні безпечних умов праці.

Планова (розрахункова) собівартість використовується будівельною організацією і для визначення прибутку та можливостей свого виробничого й соціального розвитку, побудови внутрішньовиробничого господарського розрахунку своїх структурних підрозділів.

Планова собівартість устанавлюється шляхом техніко-економічних розрахунків згідно з конкретними умовами роботи. Вона визначає рівень допустимих витрат на виробництво будівельних і монтажних робіт у цій будівельній організації в плановий період (місяць, квартал, рік).

Перевищення цього рівня призводить до невиконання будівельною організацією плану по прибутку.

Доповідь присвячено обґрунтуванню особливостей формування собівартості будівельно – монтажних робіт.

ОСНОВНІ СКЛАДОВІ ЧАСТИНИ КОШТОРИСНОГО НОРМУВАННЯ

Економічна обґрунтованість кошторисних цін на будівельну продукцію, їх відповідність суспільно-необхідним затратам, як відомо, залежить від ефективності методів та основ визначення кошторисної вартості будівництва.

З метою виконання цього важливого і необхідного завдання при проектуванні кошторисних норм приймають за основу структуру капітальних вкладень, елементи якої складаються із п'яти основних груп: S_{δ} - затрат на будівельні роботи, тис. грн.; S_m - витрат на монтажні роботи, тис. грн.; $S_{уст.}$ - вартість устаткування, тис. грн.; $S_{ин.п}$ - вартість інструменту, інвентарю і меблів, тис. грн.; $S_{инш.}$ - інші капітальні витрати, пов'язані з будівельним процесом в цілому, тис. грн.

На основі цієї структури, як основи ціноутворення в будівництві, кошторисне нормування об'єднує й водночас розчленовує окремі її групи на такі складові елементи:

будівельні та монтажні роботи - в будівельно-монтажні, які є будівельною програмою конкретної будови (БМР);

витрати на придбання устаткування та пристроїв, інструменту й виробничого інвентарю і меблів - в групу під назвою устаткування, інструмент та інвентар;

із групи - *інші капітальні вкладення і затрати* виділяє проектно-досліджувальні роботи. Зберігаючи такий порядок та підхід до визначення затрат, кошторисне нормування, у першу чергу, займається першою групою капітальних витрат БМР - будівельно-монтажними роботами $S_{\delta,мп}$, що становлять приблизно до 50-52 % в загальній структурі капітальних затрат.

Виділяючи в цій групі три основні статті: прямі затрати $S_{п.з.}$; накладні витрати (загальновиробничі) $S_{п.в.}$; планові нагромадження $S_{п.п}$ (кошторисний прибуток).

Кошторисне нормування дозволяє визначити повну вартість будівельно-монтажних робіт.

Під прямими затратами розуміється група затрат, пов'язана з безпосереднім виконанням будівельно-монтажних робіт. До них відносяться: витрати по основній заробітній платі робітників, витрати по експлуатації будівельних машин і вартість матеріалів, конструкцій, деталей та виробів.

У складі прямих витрат кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт за аналізом кошторисного нормування питома вага заробітної плати становить 15-22%. Величина її при виконанні окремих видів робіт залежить від їх обсягу, а також від характеру, умов та методів виконання, що беруться до уваги в кошторисних нормах.

Витрати по експлуатації машин і механізмів включають: затрати на доставку машин на місце будівництва, монтаж та перестановку їх в межах будівельного майданчика; затрати, необхідні для відновлення первісної вартості; виконання ремонтів; заробітну плату механізаторів та інше.

Вартість будівельних матеріалів, конструкцій, деталей та напівфабрикатів визначається на основі нормативного розподілення (ціноутворюючих елементів), норм витрат конкретного матеріалу на одиницю даної роботи й відпускних та інших цін для цих матеріалів; транспортних витрат по доставці матеріалів до приоб'єктного складу; витрат на тару, пакування та реквізит; заготівельно-складських витрат будівельних організацій та інших нарахувань. Накладні витрати (загальновиробничі) включають затрати на управління, організацію та господарське обслуговування будівельного виробництва, а також витрати, необхідні для утримання адміністративно-управлінського персоналу, обслуговування робітників, організацій і виконання робіт та ін.

Планові нагромадження (кошторисний прибуток) розглядаються кошторисним нормуванням як кошторисний прибуток будівельних і монтажних організацій. Їх використовують для відшкодування платежів до державного бюджету, для розширення основних та оборотних фондів будівельних організацій, для утворення фондів економічного стимулювання, для підготовки й підвищення кваліфікації кадрів та інших цілей.

Зазначені складові частини витрат кошторисної вартості як загальних капітальних вкладень, так і будівельно-монтажних робіт, є основними вихідними даними для безпосереднього їх вивчення, аналізу та розробки кошторисних норм і нормативів. На основі цих даних базується система кошторисних норм та цін, яка утворює нормативну базу ціноутворення в будівництві.

ПІДВИЩЕННЯ РОЛІ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРАЦІ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

У сучасних складних умовах, коли відбувається посилення глобальної конкуренції, виживати та успішно розвиватися можуть тільки ті підприємства, які орієнтовані на інноваційну діяльність, спрямовану на випуск нової конкурентоспроможної продукції, оновлення технологій виробництва, зміну методів виробництва тощо.

Інноваційна діяльність підвищує конкурентоспроможність підприємств та держав, надає можливість швидко реагувати на зміни у зовнішньому середовищі та ефективно впливати на нього, дозволяє економічно використовувати їхній потенціал. Із застосуванням сучасних інформаційних, нових технологій відбувається осмислення зростаючої ролі творчої людини у виробництві, що сприяє нарощенню попиту на інноваційну, інтелектуальну, креативну працю та на висококваліфікованих працівників із прагненням до постійного навчання. Відбувається рух від людини економічної до інноваційно-орієнтованої, яка є власником вагомих нематеріальних активів. Найефективнішим економічним ресурсом в умовах трансформаційної економіки виступає людський капітал як розвинутий у результаті інвестицій та накопичений людиною запас знань, умінь, здібностей, мотивацій тощо [1, с. 20].

Дослідженню питань щодо інноваційної праці приділяли значну увагу такі вітчизняні та зарубіжні вчені як Богиня Д.П., Друкер П., Збаржевецька Л. Д., Семеникіна М. В., Слезингер Г. Е., Генкин Б. М., Іноземцев В. Л., Коваль Л.А., Колот А.М., Філіпенко А., Френклін Р. та ін.

Як зазначає Колот А.М., інноваційна праця - це трудова діяльність, для якої характерна висока частка інтелектуальної, знанневої, творчої компоненти і яка здатна задовольнити суспільні потреби з великим корисним ефектом. Інноваційна діяльність властива людському капіталу, який відрізняється від робочої сили здатністю творити, а саме: створювати нові елементи праці, організації, виробництва, суспільних взаємодій тощо. Його зростання відбувається через нові дослідження та розробки, примноження знань, реалізовані в інноваціях. Ефективне здійснення інноваційної діяльності потребує вдосконалення традиційних форм та моделей управління інноваційною працею та інноваційними працівниками, від яких значною мірою залежить результат інноваційної діяльності. Тому активізація інноваційної праці з метою отримання її найвищих результатів стає одним з визначальних чинників даного процесу, що вимагає розробки дієвих заходів підвищення інноваційної активності працівників та їхнього впровадження у практику сучасних вітчизняних підприємств.

Високий рівень інтелектуальної і творчої компоненти в людському капіталі, з одного боку, і підвищення знань сучасного виробництва - з іншого, дає можливість економічно активній людині: безпосередньо приймати участь у процесі сприйняття, використання і створення знань; сформуванню власні конкурентні переваги і передумови для гідного життя, забезпечити інноваційність трудової діяльності; найповніше використати можливості, породжені глобалізацією; мінімізувати ризики і відвести загрози, що поширюються зі зростанням конкуренції в різних її формах; підвищити можливості адаптації до умов невизначеності та швидких змін [2, с. 39].

Отже, в сучасних умовах підвищується значимість знанневої, освітньої компоненти у функціонуванні нової економіки (економіки знань) як прояв революційних змін у факторах виробництва. Одним із основних факторів економічного зростання стають інноваційна праця та інтелектуальний капітал. Наукові дослідження, спрямовані на розробку нових та удосконалення існуючих механізмів стимулювання інноваційної праці людського капіталу, сприятимуть ефективному розвитку та зміцненню конкурентоспроможності вітчизняних підприємств.

Список літератури

1. Мазурок П.П. Институціональні перетворення на ринку праці України в сучасних умовах: [монографія] / П.П. Мазурок, А.Ю. Шахно. – Кривий Ріг: Діонат, 2014. – 200 с.
2. Колот А.М. Соціально-трудова сфера: стан відносин, нові виклики, тенденції розвитку: [монографія] / А.М. Колот. – К.: КНЕУ, 2010. – 251 с.

Н.В. КРАВЧЕНКО, канд.економ. наук, доц., Л.С.АНДРУХ, студентка
Криворізький національний університет

АУТСОРСИНГ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В ГЛОБАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЦІ

Глобалізація економіки, зростання конкуренції між компаніями в межах країни і на міжнародному рівні, розширення діяльності транснаціональних корпорацій, потребують новітніх механізмів оптимізації бізнес-процесів. Одним із сучасних інструментів, який входить у повсякденну практику успішних вітчизняних та зарубіжних підприємств, є аутсорсинг, використання якого забезпечує доступ до багатьох ресурсів, сприяє підвищенню ефективності роботи промислового виробництва та конкурентоспроможності на глобальному ринку. Згідно зі стандартом ISO 9001:2000, аутсорсинг - це процес передачі непрофільних функцій на виконання зовнішньою стороною. Послугами аутсорсингових компаній у США користується понад 60 % підприємств, у Європі - близько 45 % .

Наукові та прикладні дослідження аутсорсингу дозволяють виділити три підходи до його ідентифікації: ресурсно-орієнтований - застосування у компаніях, яким бракує рідкісних, цінних, неповторних ресурсів і можливостей; компетентний - виявлення та утримання ключових компетенцій та передача стратегічно не важливих функцій зовнішнім виконавцям; концепція трансакційних витрат, яка базується на порівнянні витрат (виробничих і трансакційних), що утворюються на підприємстві з такими же витратами, які генеруються на ринку зовнішніми агентами.

Поширення технології розвитку підприємства на умовах аутсорсингу має бути обґрунтоване стратегічною доцільністю, спрямованістю на отримання (чи посилення) конкурентних переваг. Світовий досвід свідчить, що основними причинами використання цього формату ведення бізнесу є: зменшення продуктивності праці, збільшення витрат, відсутність конкурентних переваг, необхідність доступу до провідних технологій, недостатнє концентрування уваги на головних цілях, використання ресурсів не на користь головним цілям компанії, нестача досвіду.

Доцільність переходу на аутсорсинг можна визначити на базі використання наступних моделей: модель McKinsey передбачає три етапи: визначення непрофільних і неприбуткових підрозділів, підприємств бізнес-системи; розглядаються альтернативи і ухвалюються рішення щодо зміни технологічних основ бізнесу; збереження тільки технологічно важливих і прибуткових підприємств бізнес-системи; модель компанії "PriceWaterhouseCoopers" базується на визначенні конкурентної і стратегічної важливості активу: усунення помилок, слабкостей за рахунок ресурсів, направлених на зміцнення переваг; матриця аутсорсингу VCG, за допомогою якої можуть бути проаналізовані роботи, компетенції, процедури, підрозділи, напрями і інші суб'єкти управління.

Застосування аутсорсингу пов'язане не тільки з його перевагами, але і з певними недоліками та ризиками. Останні доцільно поділити на дві основні групи: внутрішні, які можуть виникнути усередині підприємства (зниження витрат; концентрація керівництва та персоналу на основному бізнесі; підвищення якості та надійності обслуговування; впровадження передових технологій; використання позитивного чужого досвіду; підвищення мобільності системи управління) і зовнішні, пов'язані з діяльністю аутсорсера.

Оцінку результативності та ефективності аутсорсингу на підприємстві слід проводити за кількісними (зниження собівартості продукції; приріст доходів і обсягів виробництва; приріст продуктивності праці; збільшення фондівіддачі основних засобів; приріст показників рентабельності) та якісними (покращення технологічної оснащеності виробничого процесу; зростання частки інноваційної продукції; покращення якості продукції; оптимізація організаційної структури) параметрами.

Використання аутсорсингу спрямоване на підвищення гнучкості та адаптивності до змін у глобальному ринковому середовищі, пошук нових можливостей в умовах загострення конкуренції, підвищення здатності підприємства до впровадження інновацій і має всі перспективи для подальшого широкого розповсюдження. Зі свого боку, органи державної влади повинні якнайшвидше створити сприятливі умови для його впровадження та забезпечити належне нормативно-правове регулювання цієї сфери.

Т. І. ПАУСТОВСЬКА, канд. економ. наук, доц. Криворізький національний університет
Ю. В. ЯКОВЕНКО, Криворізький економічний інститут

ГЛОБАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ: ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Головною причиною виникнення сучасних глобальних проблем є зростання масштабів людської перетворювальної діяльності до рівня загальнопланетних процесів. Існує дуже багато класифікацій глобальних проблем сучасності, підсумовуючи які можна звести до наступних основних: 1) криза насильства і загроза насильства, що тепер проявляється у загрозі міжнародного тероризму; 2) криза зuboжіння і загроза бідності; 3) криза відторгнення окремих осіб та соціальних груп і загроза загального придушення прав людини; 4) криза навколишнього середовища і загроза локального порушення екологічного балансу; 5) ядерна загроза та знищення цивілізації; 6) проблему вичерпання природних ресурсів, зокрема енергетичних; 7) продовольчу проблему, тобто проблему забезпечення продовольством населення Землі, яке постійно зростає; 8) демографічну проблему, тобто проблему відтворення та міграції населення, формування його освітнього потенціалу, працевлаштування; 9) проблему охорони здоров'я; 10) проблему використання космосу і Світового океану в мирних цілях.

Сучасний світ розуміє, що глобальні проблеми виникли за активної участі людей минулих поколінь, які прагнули багатства, лідерства та перспектив для майбутнього. Разом з прогресом, світ отримав і глобальні проблеми, які з часом примножуються. На думку багатьох вчених, ще однією важливою причиною зростання глобальних проблем, став інтенсивний розвиток науково-технічного прогресу, наслідки якого проявилися буквально у всіх сферах життя. Неймовірно зросли наукові, технічні і технологічні можливості людини, які дозволили їй розщепити атомне ядро, створити ядерну, хімічну і бактеріологічну зброю, що призвело до порушення у світі геополітичної рівноваги та стабільності. Зрозуміло, що глобальні проблеми неможливо вирішити швидко на рівні окремих країн. Потрібен єдиний міжнародний механізм їх розв'язання і регулювання, визначення міжнародних правових та економічних норм. Для цього людство має в розпорядженні достатні ті ж самі науково-технічні і матеріальні досягнення та напрацьовані відповідні форми. Більше того, саме сотні мільйонів юнаків і дівчат усього світу мають присвятити себе боротьбі за збереження життя на нашій планеті. Оскільки, молодь є майбутнє держави, тому від її діяльності залежить подальший розвиток нинішнього суспільства, а також майбутніх поколінь. Тому молодь повинна усвідомити, що необхідно впроваджувати: нові концептуальні підходи до розуміння перспектив розвитку людства; синтез, взаємозбагачення і доповнення стратегій і програм розвитку світового співтовариства, які висуваються різними країнами, науковими школами тощо; перегляд і перебудова системи міжнародних відносин на засадах загальнолюдських цінностей, пріоритетності розвитку творчого потенціалу людської особистості; формування нового світопорядку, створення єдиного механізму регулювання на глобальному рівні, міжнародних процедур і механізмів, які відповідають потребам забезпечення гідного майбутнього людства; об'єднання зусиль і ресурсів людства на основі усвідомлення важливості та невідкладності розв'язання глобальних проблем, єдності інтересів і спільної відповідальності перед майбутніми поколіннями. Загалом глобальні проблеми вимагають нового рівня міжнародної інтеграції, діяльності громадських організацій, політичних партій. Щодо останнього, то значна кількість політиків і експертів сходяться на тому, що існуюча політика регулювання процесів глобалізації та породжених ними проблем не відповідає вимогам нового політичного мислення. Особливо це стало невідкладним сьогодні, коли в світі з'явилися проблеми порушення суверенності, територіальної цілісності і втручання військових Росії на нашу та інші території, поява сотень тисяч біженців по всьому світу, почастішання терористичних атак у країнах, де давно існує благополучне і мирне життя. У зв'язку з цим, потрібен більш досконалий або зовсім новий єдиний міжнародний механізм їх розв'язання і регулювання, визначення міжнародних правових та економічних норм цього регулювання, мобілізація ресурсів усіх країн світу, особливо високоіндустріальних, які часто виступають гарантами безпеки інших країн, в тому числі і України, мають величезний політичний та економічний вплив на держави, що є порушниками спокою і миру сучасного світового суспільства.

ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Збільшення обсягів видобутку та переробки мінеральної сировини гірничорудними підприємствами передбачає більш складні гірничо-геологічні умови її видобування, що відповідно веде до зростання собівартості кінцевої продукції та підвищення навантаження на навколишнє середовище. Недосконалість технології збагачення залізних руд веде до росту відходів збагачення, розширення території їх зберігання - хвостосховищ. Ті дослідження, які були проведені в сфері економічного оцінювання використання мінеральної сировини та можливості залучення відходів збагачення, на сьогодні можна вважати недостатньо повними та комплексними через те, що не відповідають потребам економічного росту та не є на сьогодні ефективними. Одна з причин, яка заважає гірничорудним підприємствам упевнено йти шляхом стрімкого розвитку, є дефіцит ресурсів. У той же час практика господарської діяльності свідчить, що цей дефіцит не є природним. Сьогодні не використовується великий обсяг ресурсів, який іменується відходами збагачення. Витрачається багато коштів на те, щоб утримувати відходи, які зростають. При цьому ще більше коштів витрачається на видобуток цінної мінеральної сировини, обсяги якої можна скоротити, якщо використовувати відходи збагачення.

Сучасні методи оцінювання ресурсозберігаючих технологій не враховують усього спектра факторів, що впливають на результати такого оцінювання, тому зацікавленість гірничорудних підприємств у більш повному використанні мінеральної сировини була досить низькою. Крім того, недосконалість законодавчої бази щодо користування надрами та втрати земельних ресурсів за рахунок розширення території відвалів і хвостосховищ, а також низький рівень штрафів не були стимулом для власників гірничорудних підприємств у комплексному використанні мінеральної сировини.

На основі аналізу існуючих методів економічного оцінювання використання відходів збагачення виявлені певні недоліки та очевидне необхідність вдосконалення з урахуванням виявлених факторів впливу, а саме: зниження собівартості основної продукції на частину виробленої та реалізованої з відходів збагачення; використання відходів збагачення, як додаткового джерела вичерпних ресурсів; зменшення екологічного навантаження на оточуюче середовище; можливість отримання додаткового обсягу основної продукції; можливість отримання додаткового обсягу супутньої продукції; зменшення витрат на відшкодування збитків за забруднення навколишнього середовища; економія витрат на транспортування сировини з техногенного родовища; повторне використання відходів збагачення руд; відсутність необхідності обов'язкових стадій обробки сировини (бункерування, подрібнення, магнітна сепарація I ст.); можливість використання рекультивованих земель у сільському господарстві; зменшення площ, відведених для утримання відходів та витрат пов'язаних з ними (нарошення та укріплення дамби).

З початку експлуатації гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу у хвостосховищах накопичено 1,5 млрд м³ відходів. Щорічно у хвостосховище направляється понад 60 млн м³ відходів збагачення. Видобуток руди з поглибленням кар'єрів здійснюється у більш складних, ніж раніше, гірничо-геологічних умовах, до того ж зменшується вміст заліза в руді, унаслідок чого вартість первинної сировини постійно зростає, збільшується кількість виробничих відходів, які в той же час є одним із значних сировинних джерел для виробництва концентрату.

Спеціалісти вказують на необхідність зацікавлення власників гірничорудних підприємств у комплексному використанні відходів збагачення. Пошук нових більш дешевих джерел завжди буде мати місце в діяльності гірничорудних підприємств, які займаються переробкою мінеральної сировини, залишаючи після себе відходи збагачення, у комплексне використання яких слід вкласти кошти, щоб одержати додатковий обсяг основної продукції (концентрат), уникаючи обов'язкових стадій переробки, а також супутньої продукції будівельного призначення та зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Тому виникає необхідність розроблення методу економічного оцінювання загального показника. Запропонований метод зацікавив власників суб'єктів господарської діяльності, які займаються видобутком та переробкою мінеральної сировини, а також майбутніх інвесторів вкладати кошти в технологічний прогрес.

ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦІННОСТІ ПРИ РОЗРАХУНКУ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПАСІВ РУДИ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОЗРОБКИ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ

Розробка родовищ залізних руд із вилученням з надр рудної маси і виробництва з неї товарних видів сировинної залізорудної продукції характеризується двома важливими і взаємопов'язаними показниками. До цих показників відносяться: валова цінність балансового запасу руди, який підлягає вийманню згідно до плану погашення запасів залізорудного родовища; вилучена (промислова) цінність, тобто цінність, яка буде утворена після розробки балансового запасу руди і виробництва з неї товарної залізорудної продукції [1].

Важливість цих показників обумовлюється тим, що на їх основі може бути здійснена оцінка економічної ефективності використання запасу родовищ в цілому і виймання їх окремих частин згідно з планом погашення запасів, передбаченим проектом розробки родовища.

З необхідністю визначення величин цих параметрів гірничовидобувне підприємство стикається, перш за все, на етапі підготовки проектів розробки родовищ, а також на етапі аналізу результатів реалізації цих проектів на практиці. Розрахунок цих величин здійснюється шляхом комп'ютерного моделювання процесу розробки і прогнозування його економічних результатів. Таке моделювання повинно здійснюватись на основі певної економіко-математичної моделі, яка повинна відтворювати процес зміни цінності запасу руди за ходом виконання ланцюгу процесів, які є складовими всього процесу гірничовидобувного виробництва. Запропоновано модель для розрахунку прогнозних величин цих показників, для умов підземної розробки залізорудних родовищ. Модель розроблено за принципами створення систем збалансованих показників [2].

Суть даної моделі і порядок розрахунку відповідних показників полягають у наступному. Першим показником, що повинен бути розрахований за цією моделлю є валова цінність запасу руди. Ця величина визначається сумою фінансових коштів, які можуть бути отримані у разі реалізації товарної продукції, виготовленої з цього запасу, за ринковою ціною. При цьому, не враховується втрати цієї цінності, які у практиці гірничовидобувного виробництва мають місце.

Особливо великі втрати цінності характерні для підземної розробки залізорудних родовищ.

Враховуючи те, що для підземного гірничовидобувного підприємства товарною продукцією є агломераційна або доменна руда, величина валової цінності може бути розрахована з такої формули $C_6 = BC_{mp}C_{mp}/C_6$, де C_{mp} - вміст заліза у товарній продукції, %; C_6 - вміст заліза у балансовому запасі руди, %; B - балансовий запас руди, т; C_{mp} - ринкова ціна товарної руди, грн.

На основі величини C_6 тепер можна розрахувати величину вилученої цінності $C_{вил}$ за такою формулою $C_{вил} = C_6 - S_p - S_n - S_{н} - S_{бер} - S_{вод} - S_{mp} - S_{нід} - S_{пер} - S_{дон} - C_{вт} + C_3$. В якості аргументів цієї функції виступають: сума фінансових витрат на розкриття запасу S_p ; сума витрат S_n на підготовку запасу до виймання; сума витрат на нарізання запасу $S_{н}$; витрати на виконання буровибухових робіт $S_{бер}$; витрати на виконання процесу випуску і доставки відбитої рудної маси $S_{вод}$; витрати на транспортування рудної маси до рудопідйомного ствола шахти S_{mp} ; витрати на підйом рудної маси на поверхню $S_{нід}$; витрати на переробку/збагачення рудної маси $S_{пер}$; витрати на виконання допоміжних робіт $S_{дон}$; цінність, яка буде втрачена в процесі видобутку руди і її переробки у товарну продукцію $C_{вт}$; C_3 цінність, яка буде отримана в результаті засмічення рудної маси уміщуючими породами, які містять залізо. Співвідношення між C_6 і $C_{вил}$ та сумами фінансових витрат за окремими процесами розробки надають можливість визначення ефективності використання запасу руди, взятому на баланс гірничовидобувного підприємства.

Отже, запропонована економіко-математична модель є основою для здійснення глибокого економічного аналізу проектів розробки залізорудних родовищ і вибору найбільш економічно ефективних проектних рішень шляхом моделювання процесу розробки.

Список літератури

1. Рудько Г. Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин / Г. Рудько, М. Курило, С. Радванов. - К.: АДЕФ. - Україна, 2011. - 384 с.

2. Каплан С. Сбалансованная система показателей / С.Каплан, П.Нортон. - М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003.

-

А.Ю.ШАХНО, канд. економ. наук, доц., Д.Е. КОНОНЕНКО, студентка
Криворізький національний університет

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Головною проблемою багатьох підприємств на сьогоднішній день є недосконалість використання трудового потенціалу. Для вирішення даної проблеми ведеться пошук нових методів удосконалення системи управління персоналом та розвитку трудових ресурсів.

Сьогодні вітчизняні підприємства практично не займаються дослідженням станом трудового потенціалу, а особливо над процесами його формування та використання. Значне зменшення обсягів виробництва продукції, збільшення неплатежів, невиплати заробітної плати та її низький рівень значною мірою обумовлюють погіршення професійно-кваліфікаційного рівня працівників, їхнього морального, мотиваційного й творчого потенціалів, що, в свою чергу, негативно впливає на рівень продуктивності праці і загалом на ефективність діяльності підприємства.

Проблеми формування та використання трудового потенціалу найшли відображення у наукових працях багатьох вчених, таких як: Л. Антошкіна, Д. Богиня, І. Бондар, В. Близнюк, О. Грішнова, О. Сологуб, Н. Ушенко, а також Е. Денісон, Я. Мінсер, М. Фрідмен, Т. Шульц та інші.

Ефективне використання трудового потенціалу зумовлює раціональне та повне використання трудового потенціалу відповідно до його якісних та кількісних характеристик. Повне використання трудового потенціалу – це залучення до праці такої чисельності економічно активного населення, яке б не зменшило існуючих показників ефективності та розвитку економіки країни. Ефективне використання трудового потенціалу в суспільне виробництво передбачає не лише повне використання трудового потенціалу, а й раціональне.

Результативність роботи працівника залежить від ступеня взаємо узгодження в розвитку кваліфікаційного, психофізіологічного й особистісного потенціалу, механізм використання і управління кожного з них істотно відрізняється.

Проте, узгодженість їх роботи сприяє ефективності використання потенціалу працівника, що формує в сукупності трудовий потенціал країни в цілому, а поєднуючись - утворюють потенціал підприємства.

Трудовий потенціал є одним із найважливіших чинників, який впливає на ефективність діяльності підприємства.

Для того, щоб досягти більш ефективного його використання на підприємствах необхідно: залучати персонал до рішення усіх питань, щодо функціонування підприємства (робітники повинні освідомити всі реальні проблеми, з якими зіштовхується організація); варто знаходити свіжі і ефективні підходи для поліпшення функціонування підприємства, а саме - вивчення постанов і проблем гуманізації праці, планування кар'єри і розвитку, системи оплати і прибутків, запровадження гнучкого робочого графіку.

Однієї підтримки трудового потенціалу персоналу для сучасного підприємства мало – необхідна ціла система заходів, які дозволять підвищити ефективність його використання. Ці заходи можна звести до таких:

1. Суттєва зміна системи мотивації, важливими принципами якої повинні стати: формування системи відповідальності оплати праці реальному внеску працівника в загальні результати, підтримка і стимулювання творчої та інноваційної діяльності працівників.

2. Застосування системи безперервного навчання персоналу на підприємстві та розробку цільових комплексних програм „освіта – наука – підприємство”.

Ефективне використання трудового потенціалу будь-якого підприємства покликана сприяти досягненню однієї головної мети – виявленню резервів (можливостей) більш високої віддачі від кожного працівника.

Список літератури

1. Чернега І.І. Сутність механізму ефективного використання трудового потенціалу//Збірник наукових праць Харківського НАУ. – 2010. - №11. – С. 170-176.

2. Денисенко І.А. Мотивація і її вплив на підвищення ефективності використання трудових ресурсів в умовах економічної кризи // АгроСвіт. – 2011. – № 17/18. – С. 26-28.

УРАХУВАННЯ РИЗИКУ, ПОВ'ЯЗАНОГО З РІВНЕМ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ПРИЙНЯТТІ СТРАТЕГІЧНИХ РІШЕНЬ

Ризик розглядається як невизначеність в одержанні доходу взагалі або іншого запланованого результату.

Щоб знизити рівень невизначеності та уникнути прийняття неефективного управлінського рішення щодо досягнення перспективних показників менеджерам необхідно залучати все більше певної інформації за напрямками, що стосуються даної проблеми. Чим більш якісною і систематизованою буде ця інформація, тим нижче буде невизначеність ситуації відносно досягнення планованих результуючих показників стратегічних управлінських рішень (СУР).

Розподіл на етапи при розробці та функціонуванні інвестиційних проектів, особливо стратегічного спрямування, зумовлює аналіз і визначення різних видів ризиків: економічних, ринкових, соціальних, екологічних, тощо. Цей процес досить трудомісткий і потребує додаткової інформації. Мета її збору і дослідження - уточнення деяких параметрів проекту, підвищення рівня надійності й вірогідності вихідних даних, що дозволить знизити ймовірність прийняття неефективного рішення.

Додаткова інформація повинна відповідати критеріям якості і надходити за певними напрямками відносно етапів життєвого циклу проекту. Визначення величини результуючих показників СУР, прийнятого щодо реалізації інвестиційного проекту, залежить від якості стратегічної інформації, якою користуються особи, що приймають рішення. Очевидно, що існує специфічний вид ризику, пов'язаний з рівнем інформаційного забезпечення СУР, який може підрозділятися на ряд елементів.

За результатами досліджень було виявлено, що до зазначених елементів ризику у процесі підготовки СУР належать:

надходження значної кількості зайвої стратегічної інформації;

помилки при формуванні баз стратегічних даних (БСД);

інформаційне перевантаження фахівців відділів підприємства, що займаються підготовкою СУР.

Безпосередньо при прийнятті СУР «інформаційні ризики» характеризуються наявністю стратегічної інформації, що не відповідає критеріям оцінки якості та помилками з боку менеджерів-експертів у прогнозуванні стратегічних подій. При реалізації СУР ризик пов'язаний з появою недостовірної інформації за результатами стратегічного контролю.

У зв'язку з наявністю похибок і невизначеністю, які мають місце у стратегічній інформації, що формується на значно тривалий термін життєвого циклу проекту, для оцінки "інформаційних" ризиків підходять імовірнісні методи. Серед цих методів аналітичне моделювання часто є найточнішим, у результаті якого можна урахувати переважну більшість складових ризику і оцінити їх кількісно. При даному методі можна визначити величину загального ризику і стандартні відхилення результуючих показників реалізації СУР. Отже, в основі аналітичного моделювання лежить модель формування результуючого показника проекту. Задаються основні імовірнісні характеристики факторів, що утворюють модель.

Імовірності визначаються за допомогою статистичного методу. За статистичними даними ГЗК при підготовці, прийнятті та реалізації СУР визначено різновиди специфічних ризиків, пов'язаних з інформаційним забезпеченням цих процесів, та імовірності їх настання. Очевидно, що чим якісніше сформовано стратегічну інформацію, тим нижче ризик прийняття на її основі помилкового рішення.

У підсумку, визначаються середньоквадратичні відхилення запланованих результуючих показників за роками реалізації стратегічного інвестиційного проекту (для кожного t-го періоду).

За розрахунковими даними ризик прийняття помилкового рішення щодо отримання запланованих результатів від реалізації стратегічного інвестиційного проекту знизився за рахунок використання якісної інформації на 26,5 %.

ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ СТРАТЕГІЧНОГО ТИПУ НА ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Відмінними рисами стратегічних організаційних структур управління (ОСУ) є швидке реагування на зміни в зовнішньому середовищі, досить значний рівень децентралізації, гнучкість, орієнтація на виявлення проблем і прийняття нових управлінських рішень.

Лінійно - функціональні підрозділи можуть доповнюватися автономними (часто тимчасовими) ланками, створюваними “під мету”. Крім того, стратегічні ОСУ покликані досягти балансу між стратегічною й поточною діяльністю, забезпечити керуваність процесами розвитку одних і скорочення інших напрямів діяльності.

Все це доводить складність стратегічних ОСУ, а розробка й впровадження цих структур вимагає високої кваліфікації управлінського персоналу.

До основних стратегічних типів ОСУ належать: проектні; матричні; на основі формування стратегічних господарських підрозділів (СГП).

Важливо звернути увагу на специфічні особливості функціонування гірничодобувної промисловості, тому що тенденції централізації і децентралізації у системах управління тісно пов'язані з виробничо-господарськими характеристиками підприємств і, у свою чергу, з їхньою галузевою структурою.

Доцільно у межах великих підприємств з розгалуженою системою основних та обслуговуючих структурних підрозділів, часто розташованих на певних відстанях, знайти прийнятні співвідношення між централізованим і децентралізованим управлінням, що повинно сприяти створенню системи стратегічного управління, яка характеризується централізованим прийняттям та реалізацією стратегічних рішень і децентралізованим оперативним управлінням.

Однак тенденція створення нових виробництв, що з'явилася в гірничодобувній промисловості, змушує приділити особливу увагу виробленню концепції окремих стратегічних господарських підрозділів (СГП) при проектуванні організаційних структур управління підприємствами. СГП – це окремий напрямок виробничо-господарської діяльності підприємства, що належить до основної чи допоміжної сфери, і орієнтується на випуск товарної продукції (здійснення послуг) на сторону, має своїх споживачів, конкурентів та ринки. Формуються СГП з високим ступенем децентралізації виконавчих функцій. У своєму складі СГП може мати один або кілька центрів прибутку (ЦП), що представляють виробничі цехи, дільниці, які входять до загального технологічного ланцюжка виготовлення продукції або відносяться до суміжного (подібного за призначенням) виробництва (будівельних матеріалів, тепла, товарів суспільного споживання).

Відповідальність за кожний напрямок як у коротко-, так і в довгостроковій перспективі покладається на одного лінійного керівника (директора, начальника).

Він відповідає за реалізацію ділової стратегії свого СГП. При розробці ділових стратегій повинні урахуватися такі складові:

виконання зобов'язань з забезпечення основного виробництва продукцією чи послугами даного СГП; 2

узгодження планових показників з випуску супутньої продукції чи послуг з показниками загального стратегічного плану підприємства;

формування напрямів щодо розподілення частки прибутку, що повертається в СГП (на розвиток, соціальні потреби тощо).

Функціональні відділи окремих СГП створюються за принципом робочих груп постійного й тимчасового призначення відповідно за типами і змістом стратегій, які реалізуються, та основних цільових настанов підприємства або СГП.

В умовах підпорядкування вищому керівництву підприємства й при збереженні існуючої ієрархічної структури з метою управлінського контролю в діючих СГП можуть створюватися технологічні проекти нововведень, розроблятися нові стратегії, застосовуватися нові організаційні підходи, що дозволяють об'єднати всі фактори стратегічного порядку.

Є. В. МІЩУК, канд. економ. наук, доц., С. В. ЧАЛА, магістрант
Криворізький національний університет

УПРАВЛІННЯ ПОБУДОВОЮ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СТРУКТУР У ПРОЦЕСНО-ОРІЄНТОВАНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

Проблеми адаптації організаційних структур до національних особливостей підприємств не нові для наукового співтовариства, ці питання широко висвітлені у роботах таких закордонних науковців, як Т. Девенпорта, Є. Демінга, Г. Мінцберга, а також вітчизняних вчених – Б. А. Анікіна, Л. А. Г. Л. Гольдштейна, А. О. П. Філоненко та ін. Маємо сказати, що ці питання залишаються актуальними та потребують подальшого дослідження, особливо це відбивається на сферах діяльності які пов'язані з інноваційними технологіями. До таких сфер відносяться, наприклад, підприємства задіяні на ринку телекомунікаційних послуг-ПАТ «Укртелеком», ПрАТ «Київстар», ПрАТ «МТС Україна», Концерн радіомовлення радіозв'язку та телебачення України.

Якщо проаналізувати бачення співробітників типового підприємства, ми можемо помітити неоднозначність усвідомлення сутності словосполучення «організаційна структура», більшою мірою труднощі виникають з розумінням слова «організаційна», оскільки, зважаючи на національні особливості сприйняття, більшість співробітників розуміє, організацію – як державну установу або громадське об'єднання, при цьому «організаційну структуру» трактують, як взаємне розташування підрозділів організації або установи. Такий підхід не дає змоги побудувати ефективну систему управління.

Останніми роками все частіше зустрічаються організації, що визначають свій підхід до управління, як процесно-орієнтований. Зазначений підхід до управління є основною вимогою міжнародних стандартів якості ISO серії 9001:2008, популярність впровадження яких, вітчизняними та закордонними підприємствами, значною мірою зростає.

Проте, значна кількість українських підприємств, впроваджуючи позитивний досвід закордонних підприємств не досягає запланованих результатів. Така ситуація обумовлена тим, що з одного боку рівень вітчизняних менеджерів не завжди відповідає рівню західних менеджерів, з іншого боку присутній опір сприйняття інноваційних змін співробітниками підприємств. Так, на шляху побудови процесно-орієнтованої системи управління виникає низка перешкод, що може бути вирішена за допомогою компромісних управлінських рішень спрямованих на розвиток комерційної та виробничо-господарської діяльності підприємств. З цією метою варто проаналізувати позитивний досвід переходу вітчизняних підприємств до системи управління через процеси, що в першу чергу, передбачає оптимізацію організаційних структур зважаючи на особливості формування і функціонування таких підприємств.

Менеджмент підприємства повинен бути оптимальним у структурі управління, а також відповідати зазначеним вимогам: чітко відображати послідовність надання продукту/послуги; вказувати на відсутність або недосконалість окремих функцій; допомагати уникненню ситуацій подвійного та потрійного підпорядкування; встановлювати чіткі межі відповідальності; сприяти удосконаленню системи управління персоналом; сприяти розвантаженню керівництва від поточних питань.

Проаналізувавши літературу та практичні аспекти діяльності телекомунікаційних підприємств, можна зробити висновок про необхідність розробки єдиного підходу щодо створення організаційної структури підприємства. Важливо використовувати поєднання функціонального і процесного підходу, поширювати серед керівників структурних підрозділів методичні рекомендації щодо принципів побудови таких систем, а також контролювати виконання основних вимог щодо побудови оптимальних структур управління.

Єдина система сприятиме безперешкодній адаптації до впровадження системи управління через процеси, а також автоматизації управління комерційно-виробничою і господарською діяльністю підприємств. Процес створення організаційних структур управління займає не значну кількість робочого часу, проте результат матиме позитивний вплив, навіть зважаючи на можливі зміни у структурі і чисельності персоналу підприємств.

А.Р. АРУТЮНЯН, канд. техн. наук, доц., В.П. КАРБАН, студент
Криворізький національний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Використання стратегій як інструменту планування є ефективним засобом для передбачення, контролю та координації стабільної діяльності та розвитку підприємства. В сучасних умовах в системі планування на підприємстві широке застосування знаходять деталізовані різновиди стратегій підприємства. Чільне місце серед них займають стратегії фінансово-економічної безпеки. Даний тип стратегії має чітко визначене управлінське значення по відношенню до об'єкта планування та сфери впливу. Однак для всіх стратегій спільним та необхідним є врахування характеристик внутрішнього і зовнішнього середовищ. Для цього створено різні методики по оцінці факторів, що можуть впливати на діяльність підприємства.

Одним із найпоширеніших методів для оцінки факторів внутрішнього та зовнішнього середовищ є SWOT-аналіз. Доцільність застосування SWOT-аналізу полягає у визначенні основних напрямків розробки та спрямування стратегії фінансово-економічної безпеки підприємств. Даний метод має форму таблиці, розподіленої на квадранти, з відповідними назвами абrevіатури SWOT: *S* - strengths (квадрант сильних сторін підприємства); *W* - Weaknesses (квадрант слабких сторін); *O* - Opportunities (квадрант можливостей); *T* - Threats (квадрант загроз). На першому етапі дослідженні враховують всі фактори, які мають суттєвий вплив на підприємство. Наступним етапом є ранжування факторів за рівнем впливу на підприємство та оцінка ймовірності такого впливу.

На думку авторів даний метод може бути покращеним за допомогою створення аналітичного апарату. Це дозволить дати комплексну оцінку ситуації підприємства у функціональному середовищі. Такий аналітичний інструмент має послужити одним з критеріїв оцінювання стратегії фінансово-економічної безпеки підприємства.

Створений авторами аналітичний інструмент має вигляд наступної формули

$$КСП = \frac{(\sum \text{оцінок сильних сторін} + \sum \text{оцінок можливостей}) + 1^*}{(\sum \text{оцінок слабких сторін} + \sum \text{оцінок загроз}) + 1}, \quad (1)$$

де КСП - коефіцієнт стратегічної переваги* (для коректності розрахунків в чисельник та знаменник виразу додається одиниця)

Коефіцієнт стратегічної переваги містить в собі концентроване числове вираження стратегічних переваг підприємства із врахуванням факторів зовнішнього середовища.

Існують 3 можливих висновки, щодо аналізу отриманого параметру:

якщо $КСП > 1$, то підприємство має (значні/незначні) внутрішні переваги та знаходиться у сприятливому зовнішньому середовищі;

якщо $КСП = 1$, то підприємство врівноважене із зовнішнім середовищем;

якщо $КСП < 1$, то підприємство знаходиться в несприятливому ринковому середовищі, із слабкими внутрішніми характеристиками

Таким чинним необхідно зауважити про ряд умов, яких необхідно дотримуватись, при використанні даного аналітичного апарату.

Для довгострокового аналізу КСП необхідно зберігати кількість та початковий перелік досліджуваних факторів. Це дасть змогу адекватно простежувати зміну стратегічних переваг та загроз підприємства. При зміні характеру параметру чи фактору необхідно змінювати належність до відповідної групи. (наприклад: висока частка ринку - сильна сторона підприємства; зниження та збереження низької частки ринку - слабка сторона підприємства)

Обрані фактори та параметри повинні бути обмежені на основі відносно вищої значущості від всіх інших факторів та параметрів.

Оцінка факторів та параметрів має експертний характер, що обумовлено неможливістю уніфікації рівня впливу, складністю та специфічністю факторів та параметрів для кожного окремого підприємства.

ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОБОРОТНИХ АКТИВІВ ПІДПРИЄМСТВ ГМК

У процесі організації роботи будь-якого підприємства особливу роль відіграє ефективне управління оборотними активами, що забезпечує підвищення результативності його роботи за рахунок економії оборотних коштів.

Оборотним активам належить особливе місце в структурі підприємства, тому що вони є одним з важливих факторів, які обумовлюють стійке фінансове становище, кредитоспроможність, інвестиційну привабливість підприємства.

Проблеми раціонального формування і використання оборотних активів підприємств займали такі вчені як О.Г. Білейченко, Г.Г. Кірейцев, І.В. Морозов, Л.В. Пан, А.Р. Радіонов, Г.А. Семенов, А.М. Филимоненков та ін. Сучасні реалії ведення бізнесу потребують різних підходів щодо досягнення поставлених цілей, що базуються на поєднанні фінансової теорії та управління. Прискорення оборотності оборотних коштів та раціональне співвідношення джерел їх формування є першочерговим завданням підприємств у сучасних умовах і досягається різними шляхами [1,2]. На стадії створення виробничих запасів такими можуть бути:

впровадження економічно обґрунтованих норм запасу;

наближення постачальників сировини, напівфабрикатів до споживачів;

розширення складської системи матеріально-технічного забезпечення, а також оптової торгівлі матеріалами й устаткуванням;

комплексна механізація й автоматизація вантажно-розвантажувальних робіт на складах.

На стадії незавершеного виробництва:

прискорення науково-технічного прогресу (упровадження прогресивної техніки і технології, особливо безвідхідної, роторних ліній, хімізація виробництва);

розвиток стандартизації, уніфікації, типізації;

удосконалювання системи економічного стимулювання ощадливого використання сировинних і паливно-енергетичних ресурсів;

збільшення питомої ваги продукції, що користується підвищеним попитом.

На стадії обігу:

наближення споживачів продукції до її виготовлювачів;

удосконалювання системи розрахунків;

збільшення обсягу реалізованої продукції унаслідок виконання замовлень по прямих зв'язках, дострокового випуску продукції, виготовлення продукції з зекономлених матеріалів;

ретельна і своєчасна добірка продукції, що відвантажується, по партіях, асортиментові, транзитній нормі, відвантаження в строгій відповідності з укладеними договорами.

Система заходів, спрямованих на підвищення ефективності використання оборотних активів підприємств ГМК і посилення режиму економії в структурних підрозділах, включає:

планування потреб у матеріалах, з урахуванням їх залишків на складах та незавершеного виробництва на перше число кожного місяця;

розробка виробничими підрозділами заходів, спрямованих на виконання цехами доведених лімітів витрат на виробництво;

налагодження оперативного планування виробництва як оптимальної системи обмеження обсягів запасів і незавершеного виробництва.

Ефективно управляючи оборотними активами можна достатньо швидко досягти позитивних результатів у фінансовому оздоровленні підприємства.

Список літератури

1. **Ковальчук Н.О.** Особливості управління оборотними активами на вітчизняних підприємствах / **Н.О. Ковальчук** // Науковий вісник. Економічні науки: [зб. наук. пр.] / МФУ, БДФА; [гол. ред.. В.В. Прядко]. – Чернівці: Золоті литаври, 2011. – Вип. 1. – С. 99-107.

2. **Косова Т.Д.** Організація і методика економічного аналізу: навч. посіб. / **Т.Д. Косова, П.М. Сухарев, Л.О. Ващенко** та ін.. – К.: ЦУЛ, 2012. – 528 с.

ФОРМУВАННЯ ДІЄВОЇ СИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНОГО СТИМУЛЮВАННЯ ПЕРСОНАЛУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Існуючі в теперішній час підходи до організації матеріального стимулювання персоналу не можуть повною мірою задовольнити вимоги всіх сторін соціально-трудових відносин, оскільки в них спостерігається слабкий взаємозв'язок між матеріальним стимулюванням персоналу й кінцевих результатів діяльності підприємства.

Одним з найважливіших аспектів будь-якої мотиваційної теорії при її практичному застосуванні стає, як правило, питання відсутності моделей, які б демонстрували детерміновану залежність між підприємницькими цілями й необхідними для забезпечення їх досягнення мотиваційними впливами на персонал підприємства. До основних підходів подібного роду варто віднести комплексну оцінку мотиваційної системи в координатах *результат - витрати*, що оцінює як результати роботи підприємства, що задовольняють інтереси його власників, так і витрати, спрямовані на задоволення інтересів найманих робітників [1,2,3]. Чим гармонійніше будуть сполучатися підприємницькі інтереси з інтересами працівників підприємства, тим ефективніше буде працювати мотиваційний механізм

Заохочувальні виплати й премії, що входять до фонду додаткової заробітної плати, а також інші заохочувальні й компенсаційні виплати, які покриваються за рахунок чистого прибутку, носять балансуєчий характер. Вони можуть бути використані за прямим призначенням для стимулювання праці й разом з фондом основної заробітної плати складуть сукупні доходи найманих робітників. У теж час вони можуть бути використані власником для особистих цілей і складати разом із чистим прибутком сукупний підприємницький дохід. Шляхом перерозподілу цих коштів може коректуватися задоволення інтересів як власника, так і найманих робітників у випадках, коли за результатами діяльності підприємства ті або інші інтереси задовольняються не повністю.

Для діагностики ступеня задоволення підприємницьких інтересів й інтересів найманих робітників пропонується побудувати площину в системі координат «Фонд оплати праці – Чистий прибуток», що являє собою показник рентабельності праці. Чим менше рівень рентабельності праці, тим менше кут нахилу площини. Якщо рівень рентабельності праці вище свого максимально можливого значення, інтереси найманих робітників задовольняються повністю, а інтереси власників є ущемленими. Якщо коефіцієнт рентабельності праці менше свого мінімально можливого значення, то навпаки - інтереси власника будуть повністю задоволені, але за рахунок інтересів найманих робітників. Оптимальним, з погляду ефективності оплати й стимулювання праці персоналу, є проміжний стан між цими двома стратегіями, коли задовольняються й інтереси найманих робітників і підприємницькі інтереси.

Мінімально можливим є такий обсяг виробництва, коли розмір прибутку буде дорівнювати нулю, а фонд заробітної плати найманих робітників буде визначатися розміром мінімальним заробітної плати, затвердженої законом та галузевими співвідношеннями в оплаті праці. Інтересам найманих робітників відповідає розмір фонду оплати праці на рівні вартості робочої сили. Інтереси власників можуть бути задоволені, якщо розмір чистого прибутку, що надходить у їхнє розпорядження, буде відповідати нормі віддачі на власний капітал, вкладений в організацію підприємницької діяльності.

Графічний метод реалізований у формі математичної моделі, що дозволяє при заданому обсязі виробництва, рівні цін на промислову продукцію й існуючій нормі прибутковості на капітал, що забезпечує підприємницькі інтереси власника, сформувати фонд оплати праці найманих робітників достатній для відтворення витрат робочої сили. Доповідь присвячено обґрунтуванню організаційно-економічного механізму управління персоналом промислового підприємства з метою підвищення ефективності його діяльності.

Список літератури

1. **Калина А.В.** Организация и оплата труда в условиях рынка (аспект эффективности): Учебн. пособ. – К.: МАУП, 2001. – 312 с.
2. **Турило А.М., Адаменко М.В.** Проблеми визначення заробітної плати з позицій держави, роботодавців і найманих працівників // Вісник Криворізького технічного університету. – 2003. – Вип. 1. – С. 134-135.
3. **Турило А.М., Адаменко М.В.** Організація матеріального стимулювання персоналу на промислових підприємствах: Монографія. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2006. – 136 с.

О.А.ТЕМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., А.М. БОДНАРЧУК, студент
Криворізькій національній університет

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ СУТНОСТІ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ВИТРАТАМИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

З-поміж основних проблем, з якими стикаються у своїй діяльності промислові підприємства Криворізького регіону можна виокремити: нестабільність кон'юнктури ринку металургійної продукції, дефіцит якісної залізорудної сировини, зношеність основних засобів, невідповідність підприємств гірничодобувної галузі екологічним нормативам.

Усі названі фактори впливають на величину витрат підприємств й зменшують їх ефективність. При дослідженні сутності основних понять управління витратами виявилось, що не існує однозначності уявлень про «затрати», «витрати», «управління витратами».

При дослідженні поняття «витрат» як об'єкта управління з'ясувалось, що існує два основні підходи до трактування їх сутності: відповідно для завдань бухгалтерського обліку та задач управління.

Промислове підприємство - це складна відкрита система, яка складається з багатьох підсистем, однією з яких є підсистема управління витратами.

В умовах перманентно нестабільного економічного середовища, в якому доводиться працювати вітчизняним промисловим підприємствам, загострюється проблема ефективного управління витратами, оскільки підприємства змушені конкурувати не тільки у сфері якості виготовленої товарної продукції, а також при формуванні прийнятної ціни для стабільної реалізації на ринку залізорудної сировини.

Отже, проблеми, пов'язані з управлінням витратами є у теперішній час досить актуальним та висвітлені у працях багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців. Зокрема, значний внесок у цьому аспекті зробили: І.О. Бланк, Ф.Ф. Бутинць, В. Говіндараджан, С.Ф. Голотов, Л.В. Гусарова, І.С. Давидович, М.Г. Чумаченко, К. Шанк та інші вчені. Витрати, як економічну категорію доцільно визначати, як вартісне вираження використаних у господарській діяльності підприємства за звітний період матеріальних, трудових, фінансових та інших ресурсів. При цьому витрати можуть бути віднесені або до активів, або до витрат промислового виробництва. Разом з тим, певні підходи визначають сутність витрат по різному виходячи з мети, специфіки та особливостей наукового дослідження.

Доволі цікавий підхід до управління витрат наведено у роботі економіста О.В. Косинської, яка розглядає «управління витратами як процес цілеспрямованого формування витрат за їх видами, місцями і носіями та постійного контролю і стимулювання зниження їх рівня. Воно є важливою функцією економічного механізму будь-якого підприємства». [1, С. 107].

Голов С. Ф. Дослідник трактує процес управління витратами, як незалежний, інноваційний підхід, який накопичує та систематизує витрати і дає змогу чітко відстежувати, аналізувати та здійснювати їх контроль [2]. Цікаве визначення наведено у роботі Л. В. Гусарова, який наголошує, що процес управління витратами включає: планування рівня і структури витрат; організацію обліку витрат; контроль і аналіз рівня витрат; мотивацію керівників всіх структурних підрозділів підприємства до контролю за витратами та їх зменшенням та прийняття управлінських рішень [3, С. 6].

Отже, проаналізувавши підходи до визначення сутності процесу управління витратами значимо, що на нашу думку, під управлінням витратами варто розуміти складний, багатоаспектний, динамічний процес цілеспрямованого впливу суб'єктів управління на витрати (об'єкти управління) з метою формування їх оптимального (найкращого з можливих) рівня.

Список літератури

1. **Косинська О. В.** Оптимізація витрат як засіб підвищення прибутковості підприємств / О. В. Косинська // Формування ринкових відносин в Україні. - 2011. - № 7. - С. 106-110. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ftvu_2011_7_25.pdf.
2. **Голотов С. Ф.** Управлінський облік: [підручник] /С.Ф. Голотов–К.: Лібра,2003.-704 с.
3. **Гусарова Л.В.** Управління витратами. Загальні поняття про витрати і управління ними. Калькулювання витрат: [конспект лекцій] / Л.В. Гусарова – К.: КНУБА, 2006. – 44 с.

ОСОБЛИВОСТІ ПРИСКОРЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ЦИКЛУ В БУДІВНИЦТВІ

Загальновідомо, що інвестиційний цикл є складовою процесу відтворення основних фондів та відноситься до зведення одиничних потужностей або об'єктів, які споруджуються за єдиним проектом. Інвестиційний цикл - це комплекс заходів від моменту ухвалення рішення про інвестування до завершальної стадії інвестиційного проекту, наприклад, науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи, прийняття інвестиційних рішень, планування і проектування, підготовка до будівництва, будівництво, вихід на проектні показники і режим окупності вкладень.

Інвестиційний цикл складається з трьох основних періодів:

передінвестиційна фаза (вишукування і проектування);

фаза інвестицій - власне витрати, вкладення коштів (будівельно-монтажні й налагоджувальні роботи);

експлуатаційна фаза - відшкодування витрачених коштів (освоєння закінчених будівництвом проектних потужностей).

В економічній літературі підтверджується, що при нинішньому тривалому періоді освоєння введених потужностей, інвестиційний цикл залишається незавершеним доти, доки збудовані й реконструйовані потужності не досягли проектних показників. Лише після повного освоєння потужностей можливо переконатися в ефективності планування й будівництва.

Справедливість цього обґрунтування підтверджується і великою зарубіжною практикою здачі готових об'єктів замовнику після проведення, передбачених контрактом, експлуатаційних випробувань і досягнення гарантійних показників. Слід відзначити і накопичений досвід будівництва, здійснюваного нашою країною за кордоном, де також потужності здаються замовнику лише після досягнення проектних техніко-економічних показників.

Але наведені періоди інвестиційного циклу взаємопов'язані, і вітчизняний та закордонний досвід свідчать про доцільність спорудження потужностей і об'єктів частинами та пусковими комплексами. У період, коли будується друга і наступна черги, перша черга, будучи уже введеною в експлуатацію, дає продукцію, а витрачені кошти окупаються, що скорочує оборот інвестицій.

Для прискорення інвестиційного циклу доцільно знайти межі й вести облік кожної стадії проектування – освоєння. У практичних рішеннях окремі стадії можуть буди об'єднані. Прискорення інвестиційного циклу залежить від скорочення не тільки окремих його стадій, а й перерв між ними. Найбільші втрати часу нерідко виникають на стиках ланок циклу. На таких, наприклад, як проектування - будівництво, бо часто трапляються випадки тривалого перебування готової проектно-кошторисної документації «на полицях». Така ж ситуація може зустрічатися і на етапі будівництво – освоєння, коли, після виконання повного обсягу робіт, об'єкт не може бути прийнятий в експлуатацію через те, що в період пусканалагоджувальних робіт виявляються суттєві недоробки проектувальників і будівельників. Водночас, досвід прискореного будівництва ряду об'єктів свідчить про те, що в Україні є всі можливості значно інтенсифікувати інвестиційний процес, скоротити тривалість проектування, будівництва й освоєння виробничих потужностей і за рахунок цього підвищити ефективність інвестицій. Фактори, що визначають швидкість інвестиційного процесу, можливо згрупувати у дві основні групи: фактори, що формуються на стадіях будівельного виробництва, та фактори, що формуються на стадіях обігу інвестицій.

Аналізуючи фактори, що визначають швидкість обороту інвестицій, особливу увагу слід звернути на пропорційність між складовими частинами виробництва і обігу. Особливу значимість така пропорційність набуває в сучасних умовах розвитку економіки України. Потреба в матеріальних ресурсах і робочій силі визначається виробничою програмою, що ґрунтується на потребі суспільства в продукції. Диспропорції у цих співвідношеннях призводять до уповільнення обороту інвестицій і завдають значних матеріальних збитків.

Список літератури

1. Денисенко М. П. Основи інвестиційної діяльності: Навч. посібник. – К.: «Алерта», 2003. – 338 с.
2. Економіка і організація інноваційної діяльності: Підручник/ Під ред. О.І. Волкова. – К.: «Професіонал», 2004. – 959 с.

В. Я. НУСІНОВ, д-р економ. наук, проф., В. П. ГОЛІВЕР, аспірант
Криворізький національний університет

КОРПОРАТИВНЕ УПРАВЛІННЯ, ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПАНІЇ

Українські підприємства на сучасному етапі функціонують в умовах становлення ринкових відносин в економіці.

За роки впровадження сучасних економічних реформ підприємці зіткнулися з чималими проблемами, насамперед, це стосується господарювання в нових економічних відносинах, пов'язаних із зміною форми власності.

Зокрема, суттєвим недоліком є відсутність достатніх економічних знань для управління підприємствами в нових – ринкових умовах, переходу до такої форми ведення бізнесу, як корпоративне управління.

Проблемам корпоративного управління присвячені праці закордонних і українських вчених, серед яких В.Гриньова, Т. Долгопятова, О.Носова, А.Сірко та інші.

Корпоративне управління є складною, багатофункціональною категорією, що потребує глибокого та комплексного підходу, активізації досліджень в цьому напрямі, стратегічна перспективність якої в сучасній глобальній економіці очевидна.

Однією з головних та важливіших проблем, на нашу думку, є багатогранність поняття “корпоративне управління” та не розуміння багатьма директорами українських підприємств важливості сукупності усіх “граней”, адже тільки в такому разі можна говорити про ефективне використання корпоративного управління.

Отже, ми вважаємо необхідним враховувати наступні тлумачення поняття корпоративного управління:

С. Штерн зазначає, що корпоративне управління у системі загального менеджменту спрямоване на досягнення оптимального узгодження інтересів суб'єктів корпоративних відносин — власників, менеджерів, працівників товариства [1].

За А. Шлайфером корпоративне управління - це сукупність засобів, за допомогою яких учасники господарського процесу надають фінансові ресурси корпорації для забезпечення майбутнього прибутку [2, с. 52].

На думку К. Мейера, система корпоративного управління являє собою організаційну модель, за допомогою якої підприємство представляє й захищає інтереси своїх інвесторів [3, с. 57].

Виходячи з цього, поняття корпоративного управління доцільно розглянути у синтезі усіх вищенаведених визначень, для максимально можливого точного формулювання даного поняття.

Тому пропонуємо розглядати поняття корпоративного управління, як сукупність дій, пов'язаних з організаційно-правовими, економічними і фінансовими взаємовідносинами, спрямованими на досягнення оптимального узгодження інтересів суб'єктів корпоративних відносин.

Також корпоративне управління має забезпечити баланс між стратегічним розвитком підприємства та отриманням інвесторами максимального прибутку при відповідному захисті інвестиційного капіталу та прав акціонерів.

Отже, ефективне корпоративне управління значно розширює можливості залучення інвестицій, сприяє зростанню продуктивності й конкурентоспроможності підприємств.

Список літератури

1. Штерн Г.Ю. Корпоративне управління: навч. посібник для студентів спеціальності 8.050201 «Менеджмент організацій» / Г.Ю. Штерн. - Харків: ХНАМГ, 2009. – 278 с.
2. Шлейфер А.А. Исследование корпоративного управления / А. Шлейфер, Р. Вишни // Журнал Финанс. - 1997. - Вып. 52. - С. 52.
3. Мейер К. У пошуках кращого директора. (Корпоративне управління в перехідних та ринкових економіках) / Колін Мейер. - К.: Основи, 1994. — 311 с.

СОЦІАЛЬНИЙ КАПІТАЛ - ОСНОВА РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

Недооцінювання неекономічних чинників для розв'язання економічних проблем - застаріла традиція минулої доби, яка здавалася досить успішною, а певний час - і конкурентоспроможною. Але заради стратегічної мети розвитку країни необхідно відмовитися від застарілих тактик і зробити акцент на розвиткові соціального капіталу.

Ефективна соціально-економічна політика, спрямована на стійкий розвиток країни, підвищення її конкурентоспроможності, не можлива без зміцнення соціальної згуртованості, ключовим джерелом якої є об'єднуючий соціальний капітал.

Американські дослідники вважають, що соціальний капітал - це здатність індивідів розпоряджатися обмеженими ресурсами на підставі свого членства в певній соціальній мережі або більш широкій соціальній структурі, від особливостей якої залежить здатність до накопичення соціального капіталу [1].

Як продукт соціальних відносин соціальний капітал включає громадянську культуру довіри, соціальні норми та цінності, соціальну єдність суспільства. Його суть полягає в тому, що громадське багатство створюється завдяки активізації зв'язків між людьми.

Він є основою, на якій тримається вся соціальна цілісність. З позиції держави виникнення соціального капіталу відбувається за допомогою позаекономічних інститутів.

Правові позаекономічні інститути сприяють встановленню контактів, розвитку взаємовідносин, утворенню соціальної мережі; політичні - дотриманню норм і цінностей, що панують в соціумі; ідеологічні - утворенню довіри в соціумі; етичні - виникненню соціального капіталу.

Збільшення соціального капіталу може відбутися завдяки розширенню кількості громадських зв'язків, зміцненню соціальних мереж, розвиткові громадської свідомості, відкритості стосунків влади з громадою, прозорості всіх економічних процесів та патріотизм.

Накопичення та подальше розширення соціального капіталу виступає важливим елементом громадянського суспільства, зміцнює та сприяє налагодженню партнерських відносин держави та громадських рухів.

До результатів процесу накопичення соціального капіталу можна віднести участь громадян в управлінні державою, прискорений соціально-економічний та політичний розвиток, розвинути громадську свідомість, яка породжує високий рівень громадсько-політичної участі.

В умовах українського суспільства проблема полягає не стільки у відсутності чи дефіциті соціального капіталу, скільки в слабкості його громадського ефекту, коли наявні ціннісні орієнтації та норми зумовлюють використання ресурсу соціальних зв'язків таким чином, що це не працює на соціальну інтеграцію: соціальні групи ізольовані, впевненість у можливості впливу на суспільне життя та участі в прийнятті рішень відсутня.

Отже, державні зусилля мають бути спрямовані, в першу чергу, на розширення соціальних взаємодій у громадському просторі та збільшення довіри до державних інститутів.

Взагалі, встановлення «клімату довіри», в якому буде зменшено розрив між довірою до урядових та довірою до людей, дозволить використовувати соціальний капітал ефективніше, що позначиться на загальному добробуті та індивідуальній задоволеності роботою соціальних інститутів.

Список літератури

1. Bourdieu, P. Forms of Capital, in: Granovetter, M. and R.Swedberg (eds.). The Sociology of Economic Life. 2nd ed. Boulder: Westview Press, 2001. P. 96-111.

Н.І. РЯБИКІНА, канд.економ. наук, доц., Е.Є. НЕДОТОПА, студентка
Криворізький національний університет

УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ КАПІТАЛОМ НА ПІДПРИЄМСТВІ

У сучасних умовах ефективність економіки, науково-технічний рівень виробництва, соціально-економічний прогрес залежать від обсягу накопичених суспільством знань та ефективності використання інтелектуальних ресурсів нації.

Інтелектуальний капітал – це сукупність інтелектуальних ресурсів людей, підприємств та організацій. Це знання, уміння і творчі обдарування індивідів, їхній освітньо-кваліфікаційний рівень, об'єкти інтелектуальної власності, машинні інтелектуальні засоби, організаційні структури, які є результатом попередньої творчої діяльності людини та використовуються суб'єктами підприємництва для виконання поставлених цілей.

На рівні підприємства інтелектуальний капітал – це поєднання людського (сукупність знань, навичок, творчих здібностей, а також спроможність власників та наукомістких працівників відповідати вимогам і задачам підприємства); структурного (програмні засоби ЕОМ, програмне забезпечення, бази даних, організаційна структура, патенти, товарні знаки, організаційні механізми, які забезпечують продуктивність працюючих та функціонування підприємства); споживчого (майбутні споживачі продукції підприємства, її спроможність задовольнити їх запити) капіталу [1].

Практика господарювання свідчить, що управління інтелектуальним капіталом, особливо на рівні підприємств, є безсистемним: в основному, увага приділяється лише його окремим елементам, причому їх вибирають без належного обґрунтування, що не дозволяє реалізувати його потенціал, приводить до неефективного використання часу та коштів.

Формування ефективної системи управління інтелектуальним капіталом дозволить вивести вітчизняну економіку на якісно новий рівень, реалізувати наявний, все ще доволі високий її потенціал, забезпечити входження на рівних у Світове співтовариство економічно розвинених країн.

Одне з головних завдань управління інтелектуальним капіталом – це оцінка нематеріальних активів, підвищення ефективності інтелектуальної власності, яка використовується вітчизняними підприємствами в господарській діяльності, та моделювання процесу формування цінностей бізнесу.

Для того щоб успішно управляти інтелектуальним капіталом підприємства, необхідно:

підвищити суспільну оцінку знань і престижу науково-технічної та творчої діяльності, що само по собі стимулює його розвиток;

перебудувати систему відносин на користь наукомістких, високотехнологічних галузей і видів діяльності, що стимулює їх розвиток;

створити належні умови для здійснення інвестицій у форму нематеріальних активів у високотехнологічні галузі та виробництва, що сприяє піднесенню на якісно новий рівень процесу трансферу технологій з-за кордону;

покращити умови праці, створити сприятливе середовище для результативної роботи; забезпечити процес виробництва новітньою технікою та технологіями;

прийняти сукупність законів, які б конкретно регулювали питання, пов'язані з інтелектуальним капіталом, використанням професійних та творчих здібностей працівників організації тощо.

Створення результативної системи управління інтелектуальним капіталом забезпечить вихід державної економіки на вищий рівень, реалізацію наявного високого потенціалу, вихід на світовий ринок.

Список літератури

1. Єременко А.В. Інтелектуальний капітал як основна домінанта нематеріальних активів/ А.В.Єременко//Формування ринкових відносин в Україні: зб. наук. праць. –2013. – № 7.

А. Р. АРУТЮНЯН, канд. техн. наук, доц., Л.В. ЧЕХЛА, студентка
Криворізький національний університет

ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ САНАЦІЇ

Під санацією, згідно із Законом України «Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом», розуміється система заходів, що здійснюються під час провадження у справі про банкрутство з метою запобігання визнанню боржника банкрутом та його ліквідації, спрямована на оздоровлення фінансово-господарського становища боржника, а також задоволення в повному обсязі або частково вимог кредиторів шляхом реструктуризації підприємства, боргів і капіталу та (або) зміни організаційно-правової та виробничої структури боржника.

Метою санації є поліпшення структури капіталу; конкурентоспроможності; платоспроможності; відновлення, досягнення прибутковості; відновлення та збереження ліквідності; покриття поточних збитків; скорочення заборгованості; формування фінансових ресурсів.

Тривалість процедури санації - 12 місяців і може бути подовжена не більш ніж на 6 місяців. Основним документом, який регламентує процедуру, є план санації, що складається арбітражним керуючим протягом 3 місяців з моменту введення процедури санації. Потім план санації підлягає розгляду на засіданні комітету кредиторів. Скликати його керуючий санацією зобов'язаний у чотиритисячний термін з дня впровадження процедури санації. Однак терміни підготовки і схвалення плану санації є занадто тривалими. Фактично керуючий санацією здійснює свої повноваження без плану протягом тривалого (більш ніж 4 місяці) терміну.

Незважаючи на те що, здійснення санації приносить позитивні ефекти окремим підприємствам та економіці в цілому, в Україні вона не користується великою популярністю. В Україні все більше керівників підприємств намагаються уникнути фінансового оздоровлення підприємств. Причиною цього є значна тривалість цього процесу, нестача грошових ресурсів для забезпечення фінансування санації, дефіцит кваліфікованого фінансового менеджменту.

У ході аналізу при санації особливе місце повинне приділятися структурі дебіторської заборгованості та її характеру з метою можливості погашення частини боргу за рахунок недотримання вимог. Даний механізм необхідно використовувати в процедурі санації, оскільки на практиці у підприємств існують взаємні вимоги або дебітори відмовляються сплачувати за своїми рахунками, передбачаючи неминуче банкрутство свого кредитора.

У даному випадку головну роль повинна відігравати система контролінгу, яка надає всю необхідну інформацію з тією метою, щоб не знижувалася платоспроможність підприємства, це також допомагає підтримувати рівновагу між інтересами кредиторів і боржника.

Важливо враховувати також той факт, що при ухваленні рішення про санацію, крім всіх офіційних учасників даного процесу, важливу роль відіграють «тіньові» чинники. Парадокс у тому, що в ході банкрутства усуваються від управління акціонери і керівники підприємства. Таке становище призводить до того, що банкрутство найчастіше використовується як інструменту боротьби за вплив на великому підприємстві, спосіб заволодіти частиною власності, не витрачаючи при цьому коштів.

Таким чином, основною ідеєю санації є фінансове оздоровлення підприємства, ліквідація ж передбачена тільки в тому випадку, коли в підприємства вже немає шансів відновити свою платоспроможність, а подальше функціонування спричиняє тільки зростання боргів.

Запропоновані рекомендації допоможуть удосконалити практичну реалізацію процедури фінансового оздоровлення підприємства, підвищити його платоспроможність, знизити рівень «криміналізації» санації і таким чином поліпшити стан національної економіки в цілому

Список літератури

1. **О.А.Карпенко** Основи антикризового управління: Навч. посібник. - К.: Центр навчальної літератури, 2005. - 168 с.
2. Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом : **Закон України** від 14 травня 1992 року № 2343 – XII
3. **Онисько, С. М.** Фінансова санація і банкрутство підприємств [Текст] : підручник / С. М. Онисько. – 2-ге вид., виправлене і доповнене. – Львів : “Магнолія 2006”, 2008. – 268 с.

Л. М. ВАРАВА, д-р економ. наук, проф., Л.В. ЧЕХЛА, студентка
Криворізький національний університет

ЗАСТОСУВАННЯ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ У СТРАТЕГІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ

Проблема формування системи ключових показників ефективності не є новою. Система складається з груп ключових показників діяльності за окремо взятими її функціональними напрямками (стратегія і тактика організації, бізнес-процеси, економічна діяльність, кадрова політика тощо). Всі вони повинні характеризувати стан справ в управлінні підприємства та сприяти прийняттю ефективних рішень.

З метою стратегічного аналізу діяльності управлінської сфери та створення механізму, що дозволяє об'єктивно та в комплексі оцінити якість управління, виявити найбільш вузькі місця діяльності застосовують систему ключових показників ефективності (Key performance indicators - KPI). Завдяки KPI вирішується багато питань з мотивації персоналу підприємства, оскільки дані показники можуть використовуватись при створенні та удосконаленні системи стимулювання працівників.

Ключові показники є частиною системи збалансованих показників (Balanced Scorecard (BSC)), в якій встановлюються причинно-наслідкові зв'язки між метою і показниками для того, щоб бачити закономірності і взаємні чинники впливу в бізнесі – залежність одних показників (результатів діяльності) від інших.

Керівництву організації необхідний інструментарій, який дозволив би наповнити процес прийняття рішення адекватною і достатньою інформацією. Такими інструментами є системи KPI і BSC, що отримала широке розповсюдження в практиці управління проектами. KPI - це система фінансових і нефінансових показників, що впливають на кількісну або якісну зміну результатів по відношенню до стратегічної мети (або очікуваного результату).

Впровадження системи KPI в організації здійснюється в декілька етапів. Послідовність етапів є визначальною, і її зміна негативно відбивається на працездатності системи.

Етап 1. Формування стратегії. Чітко сформульована стратегія описує основні кроки, які слід зробити для досягнення поставленої мети і бажаних результатів. Найважливішим елементом даного етапу є визначення пріоритетів стратегічних ініціатив і координація між підрозділами.

Етап 2. Визначення найважливіших чинників успіху, тобто параметри господарського і економічного аспектів діяльності організації, які є життєво важливими для реалізації її стратегії.

Етап 3. Визначення KPI. На даному етапі відбувається відбір заходів щодо реалізації стратегії. Інструментом для визначення найважливіших чинників успіху є KPI, які, як кількісний показник виражаються в цифровому вигляді. Необхідно концентруватися лише на найістотніших з них, відсікаючи всі другорядні.

Етап 4. Розробка і оцінка BSC. На даному етапі розробляється узагальнена система фінансових і нефінансових показників, яка потім буде представлена керівництву.

Етап 5. Вибір технічного рішення для впровадження KPI. На даному етапі відбувається визначення джерела даних для інформаційного наповнення показників, яке задовольняє умовам достатності, об'єктивності, своєчасності і надійності.

Ключовими індикаторами успішної реалізації системи KPI є: попередня розробка стратегії, яка є визначальним чинником успіху; визначення мети організації з урахуванням того, наскільки її досягнення збільшує фінансові затрати організації; наявність інформаційної системи, що є джерелом даних і базою для визначення KPI; підтримка керівництва, зміна стилю корпоративного управління і системи стимулювання персоналу.

Позитивний ефект впровадження системи KPI обумовлений підвищенням загальної ефективності діяльності організації, оскільки при дієвості системи кожен співробітник організації усвідомлює зв'язок між своїми конкретними обов'язками і стратегічними цілями. Керівники, володіючи механізмом підтримки прийнятого рішення, мають нагоду визначити ефективність роботи кожного підрозділу і можуть впливати на процес реалізації стратегії організації.

Список літератури

1. Мейер М.В. Оцінка ефективності бізнесу /Мейер М.В. - М.: Изд-во "Вершина", 2008– 270 с.

Н. В. ПАСІЧНИК, канд. економ. наук, доц., В. С. БОНДАРУК, студентка,
Криворізький національний університет

УПРАВЛІННЯ ОБОРОТНИМИ АКТИВАМИ ПІДПРИЄМСТВА

Для ефективного функціонування підприємству необхідно достатній рівень забезпеченості оборотними активами. Оборотні активи мають велику частку в загальній валюті балансу. Це наймобільніша частина капіталу, від стану і раціонального використання якого багато в чому залежать результати господарської діяльності та фінансовий стан підприємства. Управління оборотними активами полягає у визначенні складу та підтримки їх оптимального рівня з метою досягнення компромісу між рентабельністю та ліквідністю підприємства.

Управління оборотними активами повинно чітко регулювати їх величину, оборотність та ефективність використання. При раціональному управлінні оборотними активами повинен забезпечуватись оптимальний рівень ефективності їх використання, тобто економія ресурсів, що призведе до подальшого розвитку підприємства. При найбільш економічному використанні оборотних активів, необхідно зміцнити фінансовий стан підприємства, підвищити матеріальну зацікавленість робітників та службовців у підвищенні ефективності їх діяльності [1].

Функціонування оборотних активів розпочинається з моменту їх формування і розміщення. Раціональне розміщення як складова управління оборотними активами має певні особливості не лише в різних галузях, а навіть і на різних підприємствах однієї галузі. Визначальними тут є такі чинники: вид господарської діяльності, обсяг виробництва; рівень технології та організації виробництва; термін виробничого циклу; система постачання необхідних товарно-матеріальних цінностей і реалізації продукції. Розробка шляхів поліпшення управління оборотним активами має включати:

- аналіз оборотних активів за попередній період.
- оптимізацію складу оборотних активів.
- прискорення оборотності оборотних активів.
- забезпечення підвищення рентабельності оборотних активів.
- забезпечення мінімізації втрат оборотних активів в процесі їх використання.
- формування принципів фінансування окремих видів оборотних активів.
- формування оптимальної структури джерел фінансування оборотних активів.

Якщо грошові кошти, дебіторська заборгованість і виробничо-матеріальні запаси підтримуються на досить низьких рівнях, то ймовірність неплатоспроможності підприємства дуже висока. Із зростанням величини власних оборотних активів ризик втрати ліквідності зменшується [2].

Отже, підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок, що: політика управління оборотними активами повинна забезпечувати пошук компромісу між ризиком втрати ліквідності та ефективності роботи підприємства; у процесі управління підприємством важливо правильно визначити потребу в оборотних активах. Їх величина повинна бути мінімальною, але достатньою для забезпечення безперервного фінансування планових витрат на виробництво і реалізацію продукції, здійснення розрахунків у встановлений термін. Завищення величини оборотних активів веде до зайвого їх відволікання в запаси, до заморожування фінансових ресурсів. Заниження величини оборотних активів може призвести до перебоїв у виробництві та реалізації продукції, до несвоєчасного виконання підприємством своїх зобов'язань; необхідно розглянути варіанти переходу на новітні технології виробництва продукції, що прискорить виробничий цикл, зменшить собівартість продукції та підвищить її якість.

Тільки оптимальна забезпеченість оборотними активами призведе до ритмічності та злагодженості роботи підприємства.

Список літератури

1. **Бодрецький М.В.** Методичний підхід аналізу структури оборотного капіталу підприємств / **М.В. Бодрецький** // Вісник економіки транспорту і промисловості. - 2010. - № 32. - С. 176.
2. **Кустріч Л.О.** Підвищення рівня управління оборотним капіталом / **Л.О. Кустріч**//Вісник Хмельницького національного університету. - 2010. - №3. - С.211.

УДК 624.96

К.М. РОМАНЕНКО, канд. техн. наук, Криворізький національний університет
Е.Е. СУКІАСЯН, студент, О.О. СЛІПІЧ, канд. техн. наук, доц., ТОВ "Феррострой",

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОТРАПЛЯННЯ КОНВЕЄРНОЇ ГАЛЕРЕЇ У РЕЗОНАНС ПІСЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБЛАДНАННЯ З УРАХУВАННЯМ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ

Одним з основних видів транспорту на підприємствах гірничодобувної та металургійної промисловості є стрічкові конвеєри. Встановлюються вони, як правило, в галереях та інших виробничих спорудах. У робочому режимі конвеєрів на будівельні конструкції діють статичні й динамічні навантаження, що істотно впливають на їх напружено-деформований стан. Значний вплив на напружено-деформований стан та частоти коливань галерей мають експлуатаційні пошкодження та реконструкції їх обладнання. Зміни частот власних коливань галереї та частот динамічного збурення від конвеєра можуть привести до явища резонансу, що, в свою чергу, може привести до руйнівних наслідків.

Галерея №2 ДЗФ ВАТ «Полтавський ГЗК», яка розглядатиметься авторами, була збудована на початку 70-х років ХХ-го сторіччя і експлуатується досьогодні. За час експлуатації змінювались нормативні документи, проводились реконструкції обладнання, змінювались кліматичні умови та виникли пошкодження в металевих конструкціях у вигляді корозії.

У зв'язку з цими обставинами, а також із збільшенням вібраційного навантаження (замінено привід конвеєра для збільшення швидкості руху конвеєрної стрічки) актуальним постає питання перевірконого розрахунку металоконструкцій галереї.

Автори наводять розрахунок зусиль у конструктивних елементах конвеєрної галереї, перевірку поперечних перерізів її елементів, а також частот власних коливань галереї й середньої частоти динамічного збурення від конвеєра та можливість виникнення резонансу.

Вихідні дані для розрахункової схеми галереї, визначення зусиль, перевірки перерізів галереї та можливості потраплення в зону резонансу прийняті: за кресленнями ГПП Ленінградський «Промстройпроект»; за обмірними кресленнями ВАТ «ДИОС»; за даними по існуючому конвеєру та новому приводу конвеєра.

При збиранні навантажень від власної ваги будівельних конструкцій використовувалися дані обмірів та проектна документація. Атмосферні навантаження визначені за вказівками [1].

При виконанні розрахунку використано: Технічні умови на обстеження та паспортизацію галерей №1,1а, 2, 6. Програмно-обчислювальний комплекс «Structure CAD»

Перевірочний розрахунок галереї виконаний згідно з вимогами нормативних документів [1], [3], [4] та [5]. Навантаження від роботи конвеєра визначались за характеристиками обладнання та рекомендацій [2]. Оцінка динамічного впливу від роботи конвеєра виконана згідно п.п. 3.14, 3.15, та 3.16. Оцінка поздовжнього навантаження у фермах визначена за [6]. Згідно з табл. 7 державних санітарних норм [7], для загальної вібрації категорії 3 (технологічна типу А) гранично допустимі рівні по осях x_3, y_3, z_3 віброприскорення складає для частот 4÷8 Гц - 56 мм/с, що в 1,30÷1,84 рази менше значень, одержаних при вимірюванні 29.01.2015 року та 02.02.2015 року.

Доповідь присвячено розрахунку зусиль у конструктивних елементах конвеєрної галереї, метою якого є: визначення зусиль в елементах галереї; перевірка перерізів елементів галереї; визначення частоти власних коливань галереї та середньої частоти динамічного збурення від конвеєра і можливості потраплення в зону резонансу. За результатами досліджень авторами доповіді надані деякі рекомендації.

Список літератури

1. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. ДБН В.1.2-2:2006. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60 с.
2. Пособие к СНиП 2.09.03-85 - Пособие по проектированию конвейерных галерей. Стройиздат, 1989.
3. Конструкції будинків та споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу: ДБН В.2.6-163:2010 [Чинний від 2011-8-22]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 216 с. – (Національний стандарт України).
4. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції, Норми проектування.
5. СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий / Государственный комитет СССР по делам строительства.
6. Справочник проектировщика инженерных сооружений / В.Ш. Козлов и др.; Под ред. Д.А. Коршунова.-2-е изд., перераб. и доп.-К.: Будівельник,1988.-352 с.
7. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. ДСН 3.3.6.039-99. – Затверджено. Постанова Головного державного санітарного лікаря України 01.12.1999 N 39. – (Бібліотека офіційних видань).

К.М. РОМАНЕНКО, канд. техн. наук, Криворізький національний університет",

В.М. ЧИРВА, канд. техн. наук, доц., ТОВ "Придніпров'я",

Т.Л. ЧИРВА, канд. техн. наук, доц.,

Київський національний університет будівництва та архітектури

ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ГОТЕЛЬНО-ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ КОМПОЗИТНИМИ СТРІЧКАМИ

Однією з найважливіших складових сучасних будівель є фундамент.

Від його якості та надійності залежить довголіття всієї будівлі й відсутність складних і матеріалоємних ремонтів у майбутньому.

Таким чином підсилення фундаментних плит є актуальним питанням.

Методам відновлення та підсилення фундаментів присвячено багато робіт, але все ще недостатньо матеріалів щодо підсилення фундаментів багатопверхових будівель саме композитними стрічками.

У представленій доповіді автори висвітлюють це питання.

Об'єкт обстеження - незавершене будівництво готельно-житлового комплексу з приміщеннями соціально-побутового призначення в м. Київ.

На час проведення обстеження були виявлені тріщини в монолітній залізобетонній фундаментній плиті з шириною розкриття і довжиною більше допустимих нормативними документами. Процес утворення пошкоджень почався ще на стадії будівництва.

При виконанні технічного обстеження встановлювались основні можливі причини виникнення тріщин в фундаментній плиті, а саме:

тріщини в фундаментній плиті мають силовий характер;

виникнення тріщин спричинили нерівномірні осідання фундаментної плити;

тріщини в плиті виникли з причини впливу температурного режиму як в ході виконання робіт (технологічні), так і після їх завершення (експлуатаційні).

Перший пункт досліджень на самому початку технічного обстеження не знайшов підтвердження, так як тріщини виникли на стадії влаштування фундаменту (паль і плит), коли величини навантажень були далекими від розрахункових.

Враховуючи отриманий в ході обстежень характер розвитку тріщин в тілі фундаментної плити та виконавши перевірочний розрахунок в програмному комплексі «Ліра», можна констатувати, що на ділянці будівництва є нерівномірні осідання основ.

Разом з тим, перевірочні розрахунки не підтвердили вплив температурних факторів на утворення тріщин.

Причиною нерівномірних осідань є наявність послаблених шарів ґрунтів в основі фундаментів і наявність високого рівня ґрунтових вод.

Проведені перевірочні розрахунки на несучу здатність паль показали, що при ідеальних умовах експлуатації палі мають достатню несучу здатність.

Але з часом відбулись процеси зрощення залізобетонних паль з шарами ґрунту і фактично несуча здатність паль стала забезпеченою, чому сприяв відтік ґрунтових вод. Про це, зокрема, свідчать матеріали випробувань паль.

СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖЕНЬ БУДИНКІВ З ПІДВИЩЕНИМ ТЕПЛОЗАХИСТОМ, ЗАСТОСУВАННЯ ПІНОПОЛІУРЕТАНУ, ПОЛІУРІЇ, ПІНОПОЛІУРЕТАНОВИХ (PU) ТА ПІНОПОЛІЗОЦІАНУРАТНИХ (PIR) СИСТЕМ, НАПИЛЮВАНИХ ПІНОПЛАСТІВ

У будівельній промисловості в останні 30 років спостерігається стабільне зростання попиту на технології й матеріали, засновані на хімії поліуретанів. Пінополіуретан (ППУ) відомий своїми теплотехнічними характеристиками екологічно чистий матеріал, дозволяє скоротити теплові втрати в 3 - 3,5 рази, у порівнянні із традиційними матеріалами, є відмінним гідро- і шумоізолятором.

Комплексне застосуванні поліурії (полікарбоніду) також, у ряді випадків, залишається найкращим варіантом, забезпечуючи експлуатацію тепло- і гідрозахисту строком порівняним з використанням будинків і споруд. Пінополіуретан нашпилюється в короткий термін (за одну зміну бригада робітників може обробити до 1000 м² поверхні), що дозволяє в короткий термін вирішувати завдання зниження тепловтрат. При ремонтах старої покрівлі дозволяє виключити демонтаж і утилізацію, що заощаджує значні засоби й час.

У зв'язку з вищесказаним, важливим напрямком рішення завдання енергозбереження на об'єктах нового будівництва й у процесі робіт зі зниження тепловтрат існуючих будинків, що особливо актуально для України, є використання теплоізоляційних матеріалів, таких як пінополіуретан (ППУ) і поліурія та інші, про які піде розмова далі.

Ера необмежених і дешевих енергоресурсів закінчується й виходом із цієї ситуації є енергозбереження. Застосування якісної теплоізоляції в будівництві є запорукою економії енергоресурсів і збереження нормального мікроклімату в приміщеннях. Прогрес у даній галузі також пов'язаний з постійною жорсткістю вимог нормативних актів до теплової захищеності будинків і загальною тенденцією до енергозбереження при будівництві й експлуатації будинків. Наука і практика диктує нові вимоги енергоефективності огорожувальних конструкцій, тому зростаючі норми вимог стандартів в Україні і в інших країнах формують загальну тенденцію з підвищення рівня нормативного теплового опору стін і вікон, обумовлена введенням нових «національних» будівельних норм. Із зіставлення попередніх норм і норм, що вводяться, видно, що перехід на нові норми хоч і не веде до істотних змін конструкції більшості фасадних систем, освоєних виробництвом, однак означає необхідність підвищення товщини традиційних утеплювачів або застосування інших, альтернативних технологій зниження тепловтрат огорожувальних конструкцій з використанням перспективних теплоізоляційних матеріалів, таких як пінополіуретан (ППУ) і поліурія та багатьох ін.

Пінополіуретан - це високоефективний, технологічний, якісний і унікальний, по своїх характеристиках, теплоізоляційний матеріал. Розглянуті переваги і економічна вигідність використання напилювання пінополіуретану (ППУ) (одного з найпоширеніших на Заході теплоізоляційних матеріалів), напилювання поліурії («полікарбоніду»), напилювання теплоізоляції «Extrafoam» - пінополіуретанових (PU) і поліізоціануратних (PIR) систем та ін. схожих за своїми властивостями матеріалів. Розглянуті властивості, питання транспортування, зберігання, використання і позитивний досвід напилення поліурії (полісечовини), напилюваних пінопластів що виготовляють із пенополіізоціануратов і пінополіуретанів, PIR – піни, PIR - пінопласти. Практичний результат полягає у визначенні економічних переваг використання напилювання пінополіуретану (ППУ), напилювання поліурії («полі сечовини») і напилювання систем теплоізоляції «Extrafoam», пінополіуретанових (PU) і поліізоціануратних (PIR) системи, напилювання типу «Екстраплан», доводять можливості їх широкого застосування у вітчизняному будівництві й промисловості. Вітчизняний науковий і виробничий потенціал відкриває широкі перспективи для досліджень і впровадження технологій даного напрямку.

Список літератури

1. Суртаєв В.В., Кривенко О.Ю., Кривенко Ю.Ю. Сучасні конструкції зовнішніх огорожень будівель з підвищеним теплозахистом. Застосування поліуретану, поліурії, пінополіуретанових (PU) і поліізоціануратних (PIR) систем, напилюваних пінопластів. // Суртаєв В.В., Кривенко О.Ю., Кривенко Ю.Ю. – Вісник КНУ. - Кривий Ріг, 2012 - Вип. 33.- С. 240-245

РІШЕННЯ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖЕНЬ БУДИНКІВ З ПІДВИЩЕНИМ ТЕПЛОЗАХИСТОМ

Постійне зростання вартості енергоресурсів має наслідком збільшення вартості опалення і вентиляції промислових, житлових і громадських будівель. Тому, актуальним для будівництва питанням у науковому і практичному значеннях у наш час, стає більш широке використання технологій зниження тепловтрат огорожувальних конструкцій з використанням перспективних теплоізоляційних матеріалів, в тому числі: «Роквул» на мінеральній основі і панелей «Сендвич», пінобетону, «теплої» цегли та деяких інших.

Прогрес, у будівельній галузі, тісно пов'язаний із застосуванням огорожувальних конструкцій з матеріалів із поліпшеними теплоізоляційними властивостями.

Досвід спорудження будинків з тепловою ізоляцією зовнішніх стін довів що трансмісійні втрати можуть бути скорочені на 85 %.

Розглянуті нормативні і законодавчі акти що діють у різних країнах, що мають значний досвід енергозбереження. Повсюдне введення нових норм теплоізоляції призвело до застосування при будівництві навісних панелей типу «Сендвич» для встановлення стін і перекриттів. Конструкція і зручність застосування покращені теплоізоляційні властивості огорожувальних конструкцій дозволяють виконати сучасні та перспективні вимоги щодо теплової захищеності будівель різного призначення.

При реконструкції масової забудови 60-их років минулого століття може бути використано перевірений метод нанесення теплоізоляційних плит з полістиролу й мінеральної вати. У нашій країні є великий позитивний досвід значного скорочення тепловтрат будинків завдяки нанесенню на зовнішню поверхню стіни шарів теплоізоляції й декоративної обробки.

Наявні Європейські і зростаючі вітчизняні потужності здатні забезпечувати підвищений попит на продукцію даного напрямку.

Теплоізоляційні матеріали на неорганічній основі, а до них, безумовно, відносяться й волокнисті теплоізоляційні матеріали з мінерального й скловолокна, є основними в рішенні питань теплозахисту будинків і устаткування. Крім розглянутих вище матеріалів, останнім часом все більше поширення в будівництві отримують теплоізоляційні бетони - як газонаповнені (пінобетон, пористий бетон, газобетон), так і на основі легких заповнювачів (керамзитобетон, перлітобетон, полістиролбетон і т.п.).

Найбільш активно в наш час розвиваються газонаповнені бетони, що обумовлено простою технології, доступністю сировинних матеріалів, невисокою ціною й гарними теплоізоляційними властивостями. Постійне зростання вартості енергії збільшує питому вагу безавтоклавних пористих бетонів – пінобетонів, серед них і не опор -бетон - легкий пористий бетон, отриманий у результаті твердіння розчину, що складається із цементу, піску, води й піни, отриманої з використанням протеїнового піноконцентрату. Також основою багатьох систем є блоки полістирол-бетону.

Постійні коливання вартості стирольної сировини перешкоджають широкому впровадженню пінополістирольних конструкцій що призводить до застосування неорганічних наповнювачів: шлаків, перліту, керамзиту та ін., що знижує вартість конструкції. При інтенсивному розвитку будівництва з пінобетону, пінополістиролбетону в країні не випускаються теплі кладочні розчини й сухі суміші. Такі розчини можуть бути використані як при виготовленні панелей стінових конструкцій типу «Сендвич», так і при ізоляції методом заливання порожнин стін цегельної кладки й при монолітному домобудівництві. Перлітові розчини добре зарекомендували себе при ізоляції простору між стелею верхнього поверху й покрівлею при утепленні будинків старих серій.

Список літератури

1. Суртаєв В.В. Сучасні конструкції зовнішніх огорожень будинків з підвищеним теплозахистом. Гірничий Вісник Вип. 98.- Кривий Ріг. – 2014. –С. 55-60
2. Суртаєв В.В. Застосування конструкцій зовнішніх огорожень будівель з підвищеним теплозахистом. Вісник КНУ Вип. 39.- Кривий Ріг. – 2015. - С. 128-134

Н. В. АСТАХОВА, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ РАСТВОРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ АКТИВИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ И ЖЕЛЕЗОСИЛИКАТНОГО ЩЕЛОЧНОГО КОЛЛОИДНОГО РАСТВОРА

Свойства бетона начинают формироваться с момента смешивания его компонентов, при получении бетонной смеси, и продолжают изменяться на всем протяжении его существования.

По данным [1, 2, 3], на свойства бетона оказывают определяющее влияние вид, качество его компонентов и соотношение между ними.

Бетонная смесь представляет собой систему «цемент – мелкий заполнитель – крупный заполнитель – вода». Составной частью данной системы является система «цемент – мелкий заполнитель – вода», которую общепринято называть раствором или растворной частью бетонной смеси. Поэтому в данных исследованиях изучали свойства раствора.

В данной группе экспериментов исследовалось изменение прочности раствора в зависимости от содержания в портландцементе активированного железосодержащего наполнителя и железосиликатного щелочного коллоидного раствора.

Согласно [4], введение в состав портландцемента цеолитов приводит к повышению активности цемента, однако прочность раствора на данном цементе не превышает прочности раствора такого же состава на бездобавочном цементе.

Данное положение согласуется с выводами [5] о том, что 60% прочности бетона и раствора обеспечивается взаимодействием цементного камня с зернами заполнителя.

Очевидно, использованные в работе [4] мелкий заполнитель и полученное вяжущее, основанное на модифицированном цеолитами портландцементе, обладали низкой прочностью сцепления, что и не привело к повышению прочности раствора.

Указанное явление обосновывает необходимость проведения исследований прочности раствора на основе портландцемента, модифицированного активированным наполнителем, содержащим железосиликатный щелочной коллоидный раствор.

С целью определения влияния вида мелкого заполнителя на прочность раствора, в исследованиях использовали в качестве мелкого заполнителя речной песок, а также классифицированные отходы ГОК.

В данной группе экспериментов исследовалась прочность растворов в зависимости от содержания в цементе активированного наполнителя и железосиликатного щелочного коллоидного раствора, а также вида мелкого заполнителя.

Приготовление растворов и их испытание проводилось согласно стандартным методикам.

Приготовленные образцы раствора твердели в нормальных условиях 28 суток, после чего определялась их прочность при сжатии.

При использовании в качестве мелкого заполнителя классифицированных отходов ГОК, введение в состав цемента, как железосиликатного щелочного коллоидного раствора, так и активированного наполнителя, приводит к увеличению прочности раствора.

Таким образом, введение в состав цемента железосиликатного щелочного коллоидного раствора и активированного наполнителя, при использовании в качестве мелкого заполнителя классифицированных отходов ГОК, приводит к повышению прочности раствора.

Список літератури

1. **Баженов, Юрий Михайлович** Технология бетонов / **Ю.М.Баженов**. - М. : Высш. шк., 1987. - 415 с.
2. **Кривенко П.В.** Будівельні матеріали / **П.В. Кривенко, В.Б. Барановський, М.П. Безсмертний** та ін.; ред. П.В. Кривенко. – К. : Вища шк., 1993. - 389 с.
3. **Горчаков Г.И.** Строительные материалы / **Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов**. - М. : Стройиздат, 1986. – 688 с.
4. **Пушкарева К.К.** Деякі аспекти ефективності використання штучних цеолітів для модифікації в'язучих та бетонів спеціального призначення / **К.К. Пушкарева, О.А. Назим** // Будівельні конструкторії. Міжвідомчий науково-технічний збірник, "Сучасні проблеми бетону та його технологій". – К. : НДІБК, 2002. - № 56. - С. 418-423.
5. **Кривенко П.В.** Заповнювачі для бетону / **П.В. Кривенко, К.К.Пушкарьова, М.О. Кочевих**. – К. : ФАДА ЛТД, 2001. – 399 с.

В.І. АСТАХОВ, канд. техн. наук, доц., Е.В. СТАРОВОЙТОВА, студентка
Криворізький національний університет

ВПЛИВ КОРОЗІЇ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Будівлі та споруди зазнають впливу не тільки зовнішнього навантаження, але і агресивного зовнішнього середовища. Корозійні uszkodження можуть глибоко проникати в тіло бетону і вражати арматуру. Через uszkodження перерізів знижується величина граничних руйнівних моментів та жорсткість перерізів. Ушкодження призводять до зростання внутрішніх зусиль, зумовлюючи дефіцит силового опору конструкцій. У всіх випадках uszkodження є фактором, який спричинює зниження конструктивної безпеки будівель та споруд [1].

Оцінювання корозійних впливів на силовий опір та жорсткість залізобетонних конструкцій є актуальною проблемою сьогодення. Практика вимагає уточнення методів розрахунку, які б враховували нелінійний характер корозійних uszkodжень і фізичну нелінійність деформування залізобетонних конструкцій. При цьому, необхідно враховувати різний характер нелінійності за силовими і корозійними uszkodженнями, а так само інтенсивність uszkodжень. Останнє особливо важливо при розрахунку статично невизначуваних систем, в яких непружні деформації викликають перерозподіл зусиль в елементах.

Вирішенню означених задач присвячено ряд науково-дослідних робіт [2, 3] в яких проведено оцінку впливу корозійних uszkodжень на характеристики міцності, модуль миттєвої деформації та міру повзучості. Аналіз приведених даних [2, 3] свідчить про те, що при навантаженні, до моменту мікротріщиноутворення, тимчасовий модуль деформацій падає безперервно зі збільшенням напружень, а глибина корозійних uszkodжень зменшується, але з подальшим зростанням напружень збільшується. На теперішній час ці фактори не враховуються при розрахунку статично невизначуваних систем. Оскільки окремі стержні статично невизначуваних систем, і навіть окремі перерізи вздовж прольоту, можуть як довантажуватися за рахунок перерозподілу зусиль, так і розвантажуватися, то при їх розрахунку доводиться зважати на зміну жорсткостей. При цьому жорсткості доцільно визначати за ділянками, пов'язаними не тільки з рівнем діючих напружень, але і з рівнем корозійних uszkodжень. Після чого за величинами жорсткостей, вздовж перерізу, будується епюра жорсткостей і виконується апроксимація вздовж кожного стержня статично невизначуваної системи. Розглянутий підхід дозволяє реалізувати метод еквівалентності прогинів, як метод порівняння жорсткостей. Суттю методу є заміна статично невизначеної стержневої системи з урахуванням нелінійності та корозійних uszkodжень, в якій показники жорсткості змінюються від перерізу до перерізу іншою, розрахунковою системою, для якої жорсткості в кожному стержневому елементі вважаються незмінними. Поділивши кожний стержневий елемент, такої системи, на i -у кількість частин, шляхом декількох ітерацій, розраховується фактична жорсткість i -ї частини елемента. Використовуючи експериментальні залежності [3] обчислюється незмінна (еквівалентна), на кожному етапі ітерації, жорсткість відповідного елемента системи.

Отже, заміна статично невизначуваної системи зі змінною вздовж прольоту жорсткістю, системою зі сталою еквівалентною вздовж прольоту жорсткістю, дозволяє отримати розрахунковий апарат оцінювання силового опору статично невизначуваних конструкцій з урахуванням нелінійності силового опору залізобетону та нелінійності впливу агресивного середовища.

Список літератури

1. **Бондаренко В.М.** Элементы теории реконструкции железобетона / **В.М. Бондаренко, А.В. Боровских, С.В. Марков, В.И. Римшин.** - Нижний Новгород: Изд. Нижегородского ГАСУ, 2002. – 190с.
2. **Бондаренко В.М.** Особенности силового сопротивления поврежденных коррозией железобетонных элементов знакопеременному нагружению / **В.М. Бондаренко** // М: Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. - 2010. - №4. – С.30-38.
3. **Морозова А.В.** Методы расчёта силового сопротивления статические неопределимых систем с учётом мпещифики железобетона зданий и сооружений / **С.В. Марков, О.В. Морозова** // Москва: Научное обозрение. – 2014. - №9. – С. 383-385.

В.В. АФАНАСЬЄВ, канд. техн. наук, доц., С.І. ДЯЧЕНКО, студент
Криворізький національний університет

НОВА НИЗЬКОЧАСТОТНА ВІБРОПЛОЩАДКА З РЕГУЛЬОВАНИМ ПНЕВМОПРИВОДОМ

Визначено, що найбільшого поширення у виробництві залізобетонних виробів набули віброплощадки з частотою коливань 50 Гц та розмахом 0,003-0,007 м, які мають високий рівень шуму та ряд конструктивних недоліків.

Найбільш перспективними є низькочастотні віброплощадки з підвищеними амплітудами і підвищеними ударами або ударно-вібраційними коливаннями.

Подальшою тенденцією розвитку віброплощадок є створення на основі асиметричних низькочастотних режимів віброплощадок з режимами роботи, які можна змінювати.

Розроблена принципова схема конструктивного виконання віброплощадки з пневмоприводом.

Для безударних режимів роботи містить робочий орган, який сприймається на циліндри з штоками та поршнями.

Пневмопривід містить розділювач з підводною та скидною лініями.

Поршни у нижній частині опираються на мембрани, розмежують їх з під поршневіми порожнинами, з'єднаними з блоком, які заповнені стиснутим повітрям, що виконують роль пневмопружного елемента (ППЕ).

Для ударно-вібраційних режимів роботи передбачається удар рухомої рами з формою по пружинним прокладкам.

Періодична зміна тиску повітря у над поршневій порожнині призводить до виникнення вимушеної сили, яка викликає вертикальні коливання робочого органу віброплощадки.

Отримані результати піддавали статистичному аналізу.

Для бетонних сумішей однакового складу отримано збільшення міцності бетонних зразків на 10-15 % у порівнянні з стандартними режимами ущільнення (50 Гц).

Похідними даними для розрахунку низькочастотної віброплощадки з пневмоприводом є: габарити вибору, кількість вироблених блоків, середній тиск повітря у пневмомережі заводу та рухомість бетонної суміші.

На підставі теоретичних та експериментальних досліджень, а також розробленої інженерної методики допрацьовано дослідно-промисловий зразок віброплощадки з двома робочими циліндрами.

Віброплощадка є працездатною і простою у монтажі, експлуатації та обслуговуванні.

Відповідає чинним санітарним нормам.

Якість отриманих виробів відповідає вимогам нормативно-технічної документації. Перспектива для подальшого вдосконалення.

Запропонована низькочастотна віброплощадка з регульованим пневмоприводом проста за конструкцією і значно дешевша від існуючих.

Розрахунок економічної ефективності та результати впровадження у виробничих умовах показують доцільність використання віброплощадок такого типу.

Список літератури

1. Токарев В.А.. Результаты факторного эксперимента. // ХДТУБА ХОТВ АБУ Харків: Науковий вісник будівництва. №7, 1999.-С. 287-291.
2. Емельяненко Н.Г., Метелев А.В., Федюк В.Ю. Разработка виброплощадки с пневмоприводом на пневмоупругих опорах с регулируемым параметрами // Вибрации в технике и технологиях. – 1999. - №2 (11). – с.73-76.
3. Метелёв А.В. Результаты экспериментальных исследований низкочастотной виброплощадки с пневмоприводом // Збірник наукових праць. “Науковий вісник будівництва”. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. –1999. - Вип. 6. – С.219-223.

В.В. АФАНАСЬЄВ, канд. техн. наук, доц., С. Ю. ДОВБІЙ, студент
Криворізький національний університет

СТВОРЕННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ВІБРОМАЙДАНЧИКА З ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ

Відомо, що від якості будівельних матеріалів і виробів залежить надійність та довговічність об'єктів будівництва.

При виробництві будівельних виробів та конструкцій використовують механізовані засоби укладки й ущільнення бетонної суміші.

Для цього використовують вібраційні ущільнюючі машини й пристрої, розраховані, як правило, на незмінний у часі режим роботи.

Ефективність цього обладнання буде вищою, якщо можливо у процесі роботи змінювати параметри робочого органу, реагуючи на поведінку бетонної суміші.

Проблема ущільнення будівельних сумішей, особливо в низькочастотних змінних режимах, залишається на сьогодні актуальною і підштовхує науковців до створення новітніх ущільнюючих машин.

Конструкція новітньої ущільнюючої машини може базуватися на застосуванні приводу, що дає можливість змінювати параметри у відповідності до умов роботи та фізико-механічних властивостей сумішей, які ущільнюються.

Визначенню підлягають закономірності руху робочого органу вібромайданчика з регульованим пневмогідравлічним приводом для ущільнення бетонних сумішей і розробки методів розрахунку параметрів машин подібного класу.

Нами виконано огляд таких машин, що дозволяє зробити наступні висновки: з покращенням модифікацій та використанням нових конструкцій спостерігається тенденція до реалізації безвідривних, комбінованих, змінних у часі режимів руху робочих органів, застосування гідравлічного та пневмо-гідравлічного приводів, і зовсім не досліджена динаміка вібромашин з пневмо-гідроприводом, який містить в собі еластичний елемент, виготовлений у формі циліндра; не виявлені закономірності таких систем при управлінні параметрами коливань, як дискретно, так і безперервно.

За динамічну модель прийнята одномасна система з одним ступенем вільності. Розрахункова схема дослідної моделі співпадає з одномасною із наступними припущеннями:

тиск у магістралі стисненого повітря приймається сталим;

термодинамічні процеси в пневмогідравлічному приводі розглядаємо як квазістаціонарні і такі, що протікають при сталих режимах виходу повітря;

у пневматичній системі приводу відбуваються такі термодинамічні процеси: переміщення стисненого повітря по входному трубопроводу, що з'єднує її з розподільним, вихід повітря в пневмопорожнину циліндру і наступне стиснення в цій порожнині;

процес виходу розглядається як адіабатний, оскільки вихід відбувається на короткому відрізку трубопроводу і з великою швидкістю.

На підставі аналізу тенденцій удосконалення машин для ущільнення бетонної суміші запропонована схема низькочастотного вібромайданчика з пневмо-гідравлічним регульованим приводом. Складено диференціальні рівняння динаміки робочого органу вібромайданчика з пневмогідравлічним приводом.

Визначено раціональні розрахункові режими роботи вібромайданчика. Виявлено основні безрозмірні критерії динамічної моделі аналізованого приводу вібромайданчика.

Отримано залежності коефіцієнта жорсткості напірного рукава для різноманітних режимів його навантаження і тиску стисненого повітря в пневмо-порожнинах. Це дозволяє перейти до конструювання вібромашини нового покоління.

Список літератури

1. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії: Навчальний посібник.- К.: КНУБА, 2007.
2. Емельяненко Н.Г. Применение пневмопривода с эластичными оболочками в вибромашинах для уплотнения бетонной смеси: // Научно-технический и производственный журнал «Строительные и дорожные машины», Москва, №5, 1996.- С. 25-26.

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., А.А. САВЧЕНКО, ст.викладач
Я. Ю. ДЗЕВИЦЬКА, студентка, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПРОГРАМ ДЛЯ АНАЛІЗУ АЕРОДИНАМІКИ МОСТІВ

Тенденції будівельної індустрії пов'язані з розвитком конструктивних форм, застосуванням нових високоміцних і високоякісних марок сталей і інших матеріалів, удосконаленням методів розрахунку, поліпшенням експлуатаційних властивостей, підвищенням надійності та довговічності, забезпеченням безпеки людини на всіх стадіях експлуатації споруди, а також з охороною навколишнього середовища. Цьому сприяє широке впровадження в будівництво гнучких конструкцій різного призначення, в тому числі висячих і вантових мостів, переходів, трубопроводів, галерей та інших лінійно-протяжних споруд.

У звичайних спорудах вітрове навантаження відіграє другорядну роль, але у таких конструкціях, як великопрогонні висячі і вантові мости, вплив вітру на міцність і надійність значний.

Велика їх протяжність, несприятливі динамічні властивості (низькі частоти і вельми малі значення логарифмічних декрементів коливань), а також несприятливі аеродинамічні форми поперечного перерізу балок жорсткості роблять їх вельми чутливими до дії вітру і вимагають зміни традиційних підходів в проектуванні і будівництві мостів.

Аналіз поведінки конструкцій в вітровому потоці виявляє поряд зі статичними деформаціями згину в площині дії вітру і бічного випинання з цієї площини. Найбільш небезпечні види аеропружних коливань - бафтинг і згинально-крутильний флатер. Математичні моделі цих явищ, найбільш вірогідно описують характер коливань, а також критерії виникнення та умови їх існування, дозволяють не тільки оцінити рівні коливань, їх амплітуди і частоти, а й управляти ними за допомогою механічного (конструкційного) демпфірування конструкцій. Тому вирішення проблеми аеродинамічної стійкості металевих конструкцій інженерних споруд можливо тільки на основі досягнень будівельної механіки, динаміки споруд, теорії коливань і експериментальної аеродинаміки.

Збільшення в діючих нормах статичної складової вітрового навантаження, а також тенденції та прагнення до збільшення її динамічної складової (зокрема, коефіцієнта динамічності). Ця проблема особливо актуальна для гратчастих опор на відтяжках і інших конструкцій, що включають вантові і висячі елементи. Для вирішення інженерних задач в переважній більшості випадків застосовуються програмні комплекси, які використовують метод скінченних елементів (МСЕ). Найбільш часто для вирішення динамічної задачі методом форм пропонується так звана лінеаризація моделі.

Найпростіший це заміна включаються на заданий напрямок вітру відтяжок рамними стрижнями з такою ж жорсткістю при розтяганні і, якщо це необхідно, малої згинальної жорсткості, і видалення з розрахункової схеми інших відтяжок. Отримані таким чином інерційні сили переносяться в звичайно елементну модель, яка потім вже розраховується з урахуванням геометричної нелінійності роботи елементів конструкції. Традиційний спектральний метод розв'язання динамічних задач не допускає виконання розрахунків в нелінійній постановці. Визначення частот власних коливань для складних конструкцій з урахуванням геометричної нелінійності роботи її елементів на сучасній стадії розвитку програмних комплексів МСЕ викликає великі труднощі. Шляхи спрощення розрахункової схеми (лінеаризація моделі) можуть привести до помилок в обчислених частотах і формах коливань.

Спроби спростити рішення таких задач за допомогою приближених способів, наприклад, з використанням миттєвих матриць жорсткостей в спектральному аналізі, також можуть привести в ряді випадків до некоректних результатів. Виникає необхідність у використанні інших методів рішення задач нелінійної динаміки.

Для цього в ПК ЛІРА реалізований метод прямого інтегрування, який дозволяє крім фізично і конструктивно нелінійних задач вирішувати і інші класично нелінійні динамічні задачі, в т.ч. і геометрично нелінійні.

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., А.А. САВЧЕНКО, ст.викладач,
О.П. СУХАН, ст.викладач, І. О. ВОЗІЯН, аспірант, Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ КОНТАКТНОЇ ЗОНИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, З'ЄДНАНИХ РЕМОНТНОЮ СУМІШШЮ

Одним з найважливіших напрямків науково-технічного прогресу в будівництві є застосування ефективних з'єднань бетонних і залізобетонних елементів будівельних конструкцій, використання яких дозволить скоротити витрати матеріалів, працевтрати, терміни ремонту, реконструкції і модернізації існуючих будівель та споруд. До таких з'єднань належать з'єднання бетонних і залізобетонних елементів будівельних конструкцій ремонтними сумішами. Для здійснення такого з'єднання економічно доцільне застосування ремонтних сумішей, що характеризуються відсутністю складних підготовчих процесів і дозволяють за короткий термін вводити будівлі в експлуатацію, а також виконувати ремонтні роботи практично без зупинки виробництва.

Перед нами стояло завдання дослідження міцності контактної зони залізобетонних елементів з'єднаних ремонтною сумішшю MEGACRET-40 FAST.

З метою дослідження міцності контактної зони при різних способах її улаштування та форми поверхні було виготовлено 3 серії зразків. Зразки першої серії було виготовлено із гладкою поверхнею шляхом розрізанням бетонних кубів за допомогою алмазного круга. Зразки другої та третьої серії виготовлено із шорсткою поверхнею шляхом розколювання кубів на гідравлічному пресі. Шорсткість поверхні зразків першої та другої серії була збільшена шляхом нанесення крупнозернистого піску на поверхню по шару епоксидного клею.

Всі зразки поєднувались між собою за допомогою розчину із ремонтної суміші MEGACRET-40 FAST. Після набору міцності розчину у віці трьох діб зразки було випробувано у лабораторії будівельного факультету за допомогою гідравлічного пресу ПММ-62,5.

У результаті проведення експерименту зразки першої серії показали середню міцність на сколювання 5,2 МПа. Міцність на сколювання зразків другої серії склала 4,73 МПа. Міцність зразків третьої серії відповідно 6,13 МПа.

Найбільшу міцність на сколювання показали зразки, які мали шорстку поверхню без улаштування додаткового адгезійного шару. Це пояснюється тим, що до складу ремонтної суміші входять клеї, який проникаючи у пори бетону створюють додаткове зчеплення старого бетону та ремонтного розчину, а зерна крупного заповнювача роль шпонок. Найнижчу міцність показали зразки, котрі мали шорстку поверхню, на яку був нанесений крупнозернистий пісок по шару епоксидного клею. Зниження зчеплення можна пояснити тим, що епоксидний клей нерівномірно розподіляється по нерівній поверхні, та як наслідок крупнозернистий пісок місцями має низьке зчеплення із основою. Це підтверджується і тим, що зразки першої серії мають міцність на сколювання вищу, ніж зразки другої серії.

За результатами випробувань встановлено, що додатковий адгезійний шар доцільно облаштовувати при гладкій поверхні. Така поверхня утворюється у випадках, коли маломіцний або зруйнований бетон видаляється шляхом вирізання. У випадках коли маломіцний або зруйнований бетон видаляється за допомогою перфораторів або пневмолотків, із утворенням шорсткої поверхні, то необхідність у облаштуванні додаткового адгезійного шару відпадає при умові застосування ремонтних сумішей, до складу яких входять спеціальні клеї, котрі створюють міцний адгезійний шар.

У результаті проведеного експерименту були отримані наступні висновки. Малий час набору міцності у порівнянні із традиційними розчинами та бетонами дозволяє суттєво скоротити час ремонтних робіт, а високі адгезійні властивості дозволяють обійтися без виконання робіт із облаштування контактної зони у разі її достатньої шорсткості.

Це дозволяє не тільки скоротити прості підприємств за рахунок зменшення часу ремонтних робіт, але й знизити собівартість цих робіт за рахунок зменшення необхідних технологічних операцій.

СУЧАСНИЙ СТАН РИНКУ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Комфортність житла залежить від багатьох факторів, серед яких важливе місце належить покрівлі будинку. Сучасний стан розвитку архітектури житлових та громадських будинків і споруд характеризується постійним підвищенням вимог до конструкцій та матеріалів покрівель. Саме цій конструкції доводиться першій приймати на себе різні впливи зовнішнього середовища: різкі зміни клімату, температури, вологості, дію агресивних опадів, деформаційні навантаження, - й одночасно бути невід'ємним декоративним елементом. Довговічність, економічність, естетичність, гармонія з існуючим обличчям міста - обов'язкові характеристики сучасних покрівель. При дії зовнішнього середовища - атмосферного озону та ультрафіолетового випромінювання матеріали покрівель не повинні втрачати міцність, еластичність, зазнавати старіння.

Сучасний ринок України пропонує широкий спектр покрівельних матеріалів - від уже звичної металочерепиці до екзотичної покрівлі з очерету. Це покрівельні матеріали штучні (керамічна, бітумна черепиця, азбестоцементна плитка), листові (металеві, азбестоцементні, полімерні), рулонні (рубероїд, пергамін та їх сучасні модифікації), плівкові (резинові та полімерні мембрани), мастичні (полімерні, бітумні мастики); традиційні (керамічна черепиця, металеві плоскі листи) та сучасні ("єврошифер", "єврорубероїд", металочерепиця тощо); легкі - 4-6 кг/кв.м (рубероїд, металочерепиця) та важкі - 40-65 кг/кв.м. (керамічна черепиця).

На вибір тих чи інших покрівельних матеріалів впливає уклон покрівлі, несуча здатність конструкції, просторове рішення, фінансові можливості та естетичні вподобання замовника. Для скатних покрівель невеликих будівель - котеджів, барів, магазинів, кафе - використовують металеві листи, металочерепицю, керамічну, бітумну черепицю.

Для плоских покрівель (в Україні біля 70% покрівель виробничих та житлових будинків є плоскими) використовують рулонні матеріали - бітумні, полімер-бітумні, полімерні.

Складна конфігурація покрівлі вимагає використання дрібноштучних матеріалів. При реконструкції будинків з метою розвантаження несучих конструкцій, як правило, використовують сучасні легкі покрівельні матеріали.

У великих містах спостерігається найбільший попит на нові покрівельні матеріали та технології. В сільській місцевості найбільшого поширення набули найдешевші традиційні покрівельні матеріали (наприклад, азбестоцементний шифер, який довів своє право на існування).

На сучасному етапі ринок покрівельних матеріалів в Україні розвивається швидкими темпами, маючи для цього величезний потенціал.

Адже ні для кого не є таємницею, що більша частина дахів у нашій країні вкриті застарілими у моральному і фізичному відношенні матеріалами і потребують ремонту або заміни.

Із зростанням асортименту та необхідних обсягів виробництва покрівельних та гідроізоляційних матеріалів підвищуються вимоги до їх якості.

Наявність сучасних технологій, розроблення як високоякісних гідро-, теплоізоляційних матеріалів нового покоління, так і матеріалів, що забезпечують надійний захист покрівель від дії коріння рослин дозволили в умовах великого урбанізованого міста традиційну плоску покрівлю робити як покрівлю, що експлуатується (інверсійну), та розміщувати на ній солярії, "зимові сади", оглядові площадки, автостоянки, тенісні корти тощо.

Такі покрівлі успішно експлуатуються в країнах Західної Європи понад 30 років.

У містах, що мають історичне минуле, особлива увага приділяється реконструкції старого фонду, що часто-густо здійснюється з надбудовою мансард, перебудовою плоских покрівель на утеплені похилі, тому питанню забезпечення надійної гідроізоляції будівлі, в т.ч. герметизації стиків та пароізоляції покрівлі, надається особлива увага.

А.И. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., М.А. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, доц,
Д.С. ПАНЮШКИНА, магистрант, Криворожский национальный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ И В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Задачи использования промышленных отходов и охраны окружающей среды стоят в ряду наиболее важных общечеловеческих задач, поэтому рациональному использованию природных ресурсов нужно придавать большее значение. Накопление отходов таит серьезную опасность для экологии обширных районов Украины и особенно Кривбасса. Все это требует безотлагательного решения проблемы использования отходов.

Разработке полезных ископаемых всегда сопутствует добыча «не целевого сырья», которое не используется в основном производстве.

Основным потенциальным потребителем отходов горнодобывающего производства может быть промышленность строительных материалов. В отличие от других отраслей народного хозяйства она в качестве сырья использует неограниченное количество минералов и разнообразных пород: глину, песок, мел, скальные и др.

Состав и свойства карбонатных, глинистых и песчаных пород хорошо изучены и описаны. Достаточно подробные сведения об их применении, технологии обогащения и использования для различных видов строительных материалов имеются в учебниках.

Глины - традиционное сырье для производства керамики и цементного клинкера. В последние годы возобновился интерес к глине как сырью для получения безобжиговых (коагуляционных), низкообжиговых (глинистых) и автоклавных вяжущих. На основе глинистых вяжущих можно получать глиносырцовые материалы. Повышение стоимости топлива увеличивает эффективность таких материалов, особенно для одноэтажного строительства в сельской местности.

Песок вскрыши является, как правило, кварцевым и в большинстве случаев мелким, т.е. не соответствующим нормативным требованиям. В отличие от речного, такой песок содержит повышенное количество пылевидных и глинистых примесей. Почти 90% запасов природного кварцевого песка имеет модуль крупности 1-1,5.

Установлено, что с уменьшением крупности песка прочность бетона при сжатии уменьшается. Понижение прочности тем существеннее, чем жестче бетонная смесь и чем больше значение В/Ц. Для уменьшения отрицательного влияния мелкого песка на прочность необходимо не только промывать песок, но и удалять из него мельчайшие частицы.

Рассмотрим возможность использования мела. В промышленности строительных материалов он используется для производства извести, цемента, отделочных и других материалов. Имеются рекомендации по использованию мела в качестве выпиленных блоков и легкого заполнителя для бетона в ограждающих конструкциях сельских зданий. Изучена возможность использования мела в строительных растворах и низкомарочных бетонах.

Большое внимание заслуживает рассмотрение характеристик и возможностей областей применения сланцев, так как они являются очень распространенной в земной коре породой. Сланцы отличаются большим разнообразием состава и свойств, поэтому очень слабо изучены как сырье для производства строительных материалов.

Основное применение сланцы могут найти в производстве нерудных строительных материалов. На основе среднезернистых сланцев может быть получен щебень, искусственный песок и заполнители бетона, удовлетворяющие требованиям действующих норм. Сланцы могут использоваться для изготовления керамики и цементного клинкера.

В процессе работы горнодобывающего предприятия образуются и другие виды отходов, которые могут быть использованы в качестве строительного песка, мелкого и крупного заполнителя бетона. К таким отходам относятся отсеиваемые дробления скальных пород и отходы обогащения различных руд, если их качество соответствует требованиям действующих нормативных документов.

ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПОДАЧИ ТОВАРНОГО БЕТОНА

Сегодня главная проблема в вопросах оборудования для производства, транспортировки и подачи товарного бетона - наличие большого количества морально и физически устаревшей бетонной техники, на которой невозможно стабильно выпускать требуемые марки бетона, из-за приоритета человеческого фактора в технологических процессах.

Большинство специалистов, соглашаясь с этим утверждением, отмечают, что проблемой является недостаточное финансирование. Известно, что многие производители изготавливают бетон на устаревшем оборудовании, и не каждый владелец предприятия имеет финансовые ресурсы для приобретения импортного или отечественного завода. Подобная ситуация характерна и в сегменте средств доставки и подачи товарного бетона.

Еще одной проблемой является отставание регионов в оснащении современным оборудованием: чем дальше от столицы, тем меньше предложений по современной строительной технике, соответственно, и спрос не нее велик. Это, в свою очередь, влияет на своевременное обеспечение строительного объекта всеми необходимыми видами бетонной смеси.

Нужно отметить, что основными заказчиками «бетонного» оборудования будут, прежде всего, крупные строительные компании. Однако не исключено, что владельцами современных бетонных заводов могут стать и производители цемента.

На сегодняшний день, благодаря технологии монолитного строительства, товарный бетон становится основой для реализации новых архитектурных концепций. Этот строительный материал активно используется при возведении промышленных и жилых зданий, инженерных сооружений и объектов социально-культурного назначения.

Производители товарного бетона, отмечают, что изготовить качественный бетон можно лишь на современном оборудовании. Однако изготовить качественный бетон - это полдела, важно своевременно доставить и уложить его в конструкцию.

Следует отметить, что производители оборудования уделяют особое внимание разнообразным конструктивным особенностям. Благодаря такому подходу, сегодня заказчик может выбрать бетонный завод, не только исходя из его стоимости и качества исполнения основных узлов, но и в зависимости от предполагаемых условий работы и особенностей имеющейся площадки. Для этого существуют различные модели, в том числе и бетоносмесительные установки на автомобильном шасси. Наряду с этим инженерные решения, которые заложены в оборудование производителей, позволяют подобрать заказчику индивидуальный и оптимальный проект завода для изготовления товарного бетона.

Качество бетона в сооружениях зависит не только от качества оборудования, которое используется для производства этого строительного материала. На всех этапах производства бетонных работ есть множество факторов, которые могут влиять на качество бетона. Один из них - это своевременная укладка бетонной смеси в конструкцию. Связано это с тем, что «срок жизни» качества смеси всего 90-120 минут. И чтобы не выйти за пределы этого временного интервала необходимо иметь парк современных автобетоносмесителей (АБС)

По мнению специалистов, своевременная доставка товарного бетона на строительные объекты важная, но не единственная составляющая его качества. Обязательное соблюдение правил обращения с бетоном во время подачи и укладки его в строительную конструкцию - ответственный этап, влияющий на качество объекта. На строительной площадке бетонные работы относятся к категории наиболее трудоемких. Применение бетононасосов обеспечивает эффективность работ с бетоном, значительно повышает качество и скорость строительства. Оборудование для подачи бетона может быть как стационарным, так и на базе автошасси. При этом автобетононасосы снабжены гидравлической распределительной стрелой, что делает эту технику более мобильной.

М.О. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, доц, М.О. ВЕДМЕДЧИКОВ, магістрант,
Криворізький національний університет

НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ НАДІЙНОГО ЗАХИСТУ МОСТІВ ВІД РУЙНІВНОГО ВПЛИВУ ВОДИ, СОЛЕЙ І ТРІЩИН

Міст як транспортна інженерна споруда щодня піддається великим навантаженням. Конструкція, створена із залізобетону, здається неруйнівною. Тим не менш, будь-який бетон - це, насамперед, цементний в'язучий матеріал, який твердне внаслідок гідратації. Саме це є неусувною першопричиною його пористості та схильності до утворення усадкових тріщин. Ні висока марка бетону, ні найефективніші добавки ніколи не зможуть повністю запобігти дії цих факторів.

Серед основних чинників, які руйнують бетонні мостові конструкції, - карбонізація, вплив солей та виникнення тріщин.

Описані процеси переконують в абсолютній необхідності захисту бетонних поверхонь мостів і подібних їм споруд. Покриття повинне зупиняти процес карбонізації, бути непроникним для впливу солей чи води, паропроникним для збереження природного випаровування вологи, і що особливо важливо, еластичним. Еластичність покриття дасть можливість візуально приховати тріщини, під час їх виникнення захистити бетоні арматуру від агресивного впливу навколишнього середовища.

Усім цим вимогам відповідає полімерно-цементний матеріал Zentrifix F 92. При нанесенні шару F 92 завтовшки 2 мм, захист від карбонізації буде вищим, ніж із шаром бетону завтовшки 60 мм. Він не лише захищає бетон від дії діоксиду вуглецю, а й сам є стійким до його впливу. Тонкий шар матеріалу не піддається також і руйнівній дії сульфатів (SO₂), солей та води. Більше того, як абсолютно водонепроникний матеріал, Zentrifix F 92 залишається паропроникним і дає можливість бетону «дихати».

Матеріал пройшов випробування на 1000 циклів із морозостійкості і 400 циклів впливу солей. Еластичність F 92 забезпечує перекриття тріщин до 1 мм у статиці до 0,3 мм у динаміці, що зберігається навіть до температури -35С.

Якщо необхідно створити кольорове оформлення споруди, поверхню матеріалу можна покрити еластичною фарбою обраного відтінку.

Полімерно-цементний склад Zentrifix F 92 забезпечить надійний захист і бездоганий зовнішній вигляд як найпростіших мостів, так і найскладніших естакад чи віадуків.

Нещодавно в будівельних конструкцій з'явився ще один ворог. Уночі до справи беруться графітчики, і чим новішою та чистішою є поверхня будівлі тим більшим стає прагнення «прикрасити» її. Стандартні системи захисту поверхи не завжди дозволяють повністю видалити таке «художнього вираження». на жаль, це означає, що частина нещодавно збудованих або оздоблених будівель миттєво втрачає свою естетичну привабливість. Власникам конструкцій додатково доводиться витратити чималі кошти на зафарбовування небажаних малюнків. але первісний вигляд повернути надзвичайно складно. Рішення є - система захисту Emcerphob NanoPerm. Це піментований, кремній-органчний модифікований поліуретанакрилат на основі нанотехнологій. Покриття Emcerphob NanoPerm не лише забезпечує надійним захист бетону від корозії та забруднення, а й також чудово захищає будівлю від графіті.

На відміну від стандартних систем, зшивання досягається не через фізичне висихання, а внаслідок хімічної реакції на нано-рівні. Таким чином, завдяки застосуванню кремній-органічних сполук створюється перехресно-пов'язаний і високостійкий поліуретановий полімер, який створює абсолютне стійку до подряпин поверхню з низьким поверхневим натягом.

Ця нова структура поверхні захищає від забруднень, утворення моху та водоростей. До того ж графітчики залишаються без «полотна», оскільки поверхня стає стійкою до розчинників, а тому графіті та інші забруднювачі можна без проблем видалити, використовуючи спеціальний очишувач Emcerphob NanoPerm.

М.О. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, доц, М.О. ВЕДМЕДЧИКОВ, магістрант,
Криворізький національний університет

НОВІ КОМПЛЕКСНІ СИСТЕМИ ПІДСИЛЕННЯ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Підсилення конструкцій за допомогою системи композитних матеріалів здійснюється в тих випадках, коли необхідне відновлення несучої здатності конструкцій, які потребують підсилення внаслідок зносу, старіння або збільшення навантажень. Коли необхідно підвищити сейсмостійкість споруд у районах із загрозою землетрусів. Не потрібно і внесення змін в геометричні особливості.

Система MBrace для підсилення конструкцій - є комплексною. До її складу входять матеріали для ремонту та захисту конструкцій, композитні матеріали на основі вуглецевого, арамідного і скловолокна, застосовуються вони для вирішення таких завдань, як: підвищення сейсмічної стійкості; збільшення опору навантаженням; підвищення, збереження та відновлення несучої здатності об'єктів різних типів. (Особливо актуально посилення конструкцій при наявності прогинів, тріщин, появи корозії, зміні конструктивних схем).

Переваги системи MBrace:

Компактність і мала власна вага.

Швидке застосування. Стійкість до корозії, лугів.

Стійкість до розтягування.

Повна водонепроникність.

Можливість покриття декоративними матеріалами.

Фіброармовані системи (FRP) близько 30 років застосовуються в аерокосмічній промисловості, де основними вимогами до матеріалів є легкість, висока міцність і відсутність корозії.

У будівництві фіброармовані системи використовують для зовнішнього підсилення конструкцій, виконаних із залізобетону, монолітного бетону, кам'яної кладки, сталі, як внутрішньої арматури бетону.

Перевагою FRP-матеріалів в порівнянні зі сталлю є низька плинність, невелика товщина, легкість і висока межу міцності на розтяг (в 10 разів вище, ніж у сталі).

Підсилення конструкцій з використанням системи MBrace® проводиться в тих випадках, коли несуча здатність конструкції недостатня і потрібно зробити підсилення без значної зміни геометрії.

Композитні матеріали застосовують в наступних випадках:

для підвищення сейсмостійкості будівель і споруд, що знаходяться в районах із загрозою землетрусів;

для значного збільшення опору ударних і динамічних навантажень;

для відновлення несучої здатності споруд різного призначення при втомі елементів конструкцій, наявності тріщин, прогинів, корозії арматури;

для підвищення несучої здатності транспортних споруд, які потребують посилення у зв'язку зі збільшенням статичної та динамічної транспортних навантажень;

для збереження несучої здатності конструкцій при зміні конструктивних схем.

Технологія підсилення несучих елементів конструкцій (колони, балки, перекриття, ригеля) надміцними композитними матеріалами знаходить все більше застосування при капітальному ремонті та реконструкції будівель і споруд.

У ряді випадків, такий спосіб підсилення несучих елементів є безальтернативним.

Наприклад, неприпустимість подальшого навантаження конструкції або наявні просторових обмежень.

В якості матеріалів для підсилення будівельних конструкцій використовуються вуглецеві, арамідні і скловолоконні полотна, пластини і стрижні. Для приклеювання використовуються надміцні клеї на епоксидній основі.

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф, В.Л. ОХРИМЧУК, аспірантка,
Криворізький національний університет

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ ПОШКОДЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ ІСНУЮЧИХ ПРОТЯЖНИХ КАМ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬ НА ЇХ ЗАГАЛЬНУ СЕЙСМОСТІЙКІСТЬ

Протягом останніх десятиріч в усьому світі спостерігається збільшення сейсмічної активності, від наслідків якої (пожеж, руйнувань будівель, цунамі й паніки) гине найбільша кількість людей.

За даними статистики, щорічно від землетрусів гине понад 10 тис. осіб.

Найсильніші сейсмічні поштовхи тільки до середини ХХ століття забрали безліч людських життів.

Останнім часом ведуться активні дослідження сейсмічної небезпеки території України. Згідно карт ЗСР-2004, що склали сейсмологічну основу затверджених ДБН В.1.1-12-2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» до сейсмонебезпечних районів з інтенсивністю сейсмічних впливів більше 6 балів віднесено в 1,5 рази більше територій у порівнянні з попередньою картою ЗСР-78.

Ведуться дослідження, направлені на прогноз і уточнення сейсмічної небезпеки всієї території України, особливо районів добування корисних копалин[1].

Нарівні з цим ведеться робота щодо забезпечення сейсмостійкого будівництва і розробки нових рішень з підвищення сейсмостійкості існуючих будівель.

Вирішенню цих проблем присвячені роботи К.В. Єгупова, Ю.І. Немчинова, І.Л. Корчинського, А. Я. Барашикова та ін.

Проте питання забезпечення сейсмостійкості існуючих кам'яних будівель з підвищеною (більше 30 м) довжиною не знайшло відображення ні в діючих нормах, ні в роботах науковців з розробки інженерних рішень щодо сейсмосахисту споруд.

В запропонованій роботі розглянуто особливості конструктивних рішень і технічного стану протяжних кам'яних будівель, що експлуатуються в сейсмонебезпечних районах України.

Загалом було досліджено групу будівель (більше тридцяти), що мають довжину понад 30 м і розташовані у різних сейсмоактивних зонах країни таких як Одеська область та Закарпаття та на територіях зі значенням сейсмічної активності 6 і більше балів.

Аналіз результатів обстеження будівель показав необхідність підвищення сейсмостійкості будівель, враховуючи недостатню несучу здатність у відповідності до вимог сучасних норм. В ході дослідження виявлені дефекти і пошкодження, що виникли в конструкціях при будівництві та за час експлуатації.

З огляду на конструктивні особливості роботи кам'яної кладки під дією розтягуючих зусиль, що виникають при сейсмічному навантаженні наявність таких факторів, як низька міцність каменю та розчину, порушення в технології будівництва, невідповідність фактичних конструктивних рішень проектним, слабкі та просідаючі ґрунти посилюють негативний вплив пошкоджень конструкцій на сейсмостійкість будівель.

Таким чином, створюються найгірші умови для нормальної і безпечної експлуатації протяжних кам'яних будівель при можливій дії сейсмічних хвиль навіть якщо не буде перевищено нормативне сейсмічне навантаження.

Результати натурних обстежень використані для створення розрахункової скінчено-елементної моделі характерної протяжної кам'яної будівлі.

Завданням подальшого дослідження є визначення напружено-деформованого стану досліджуваних будівель і розробки методології їх ефективного підсилення.

Питання збереження та відновлення нормальних експлуатаційних показників існуючих споруд, в тому числі протяжних кам'яних будівель є актуальним і потребує ретельного вивчення і наукового обґрунтування.

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., А.А. САВЧЕНКО, ст.викладач,
І. О. ВОЗІЯН аспірант, Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ ШВИДКОТВЕРДЮЧИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ РЕМОНТУ СТИСНЕНОЇ ЗОНИ ЗГІНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

На відміну від традиційних методів ремонту та відновлення перерізів залізобетонних елементів, готові ремонтні суміші мають у своєму складі клеї, які підвищують їх адгезійні властивості, тому відпадає необхідність у створенні спеціального контактного шару. Наявність домішок, які прискорюють набір міцності, дозволяє скоротити простой на виробництві при проведенні ремонтних робіт.

Для вивчення роботи та ефективності застосування високоміцного ремонтного розчину MEGACRET-40 FAST було виготовлено та доведено до руйнування дві залізобетонні балки із важкого бетону з геометричними розмірами $100 \times 200 \times 2000$ мм, армовані у розтягненій зоні двома стрижнями класу А-III діаметром 10 мм. Фактичні показники міцності арматури встановлено шляхом випробування арматурної сталі на розтяг. Міцність арматури на розтяг $f_t = 595,7$ МПа, а значення міцності арматури на межі текучості $f_y = 234$ МПа. Для визначення показників міцності бетону та ремонтного розчину, одночасно з виготовленням балок було виготовлено по три призми ($600 \times 150 \times 150$ мм) та куби ($150 \times 150 \times 150$ мм) з бетону та MEGACRET-40 FAST. Середня міцність бетону склала $f_{c,cube} = 31,3$ МПа, $f_{ck,prism} = 21,52$ МПа. Середня міцність MEGACRET-40 FAST склала $f_{c,cube} = 38,7$ МПа, $f_{ck,prism} = 29$ МПа.

Балки випробувалися за схемою однопрогонової шарнірно-опертої балки з утворенням зони чистого згинання при значенні прольоту між опорами 1800 мм. Деформації в зоні чистого згинання вимірювались за допомогою індикаторів годинникового типу, які було встановлено на рівні крайнього стиснутого волокна бетону, на рівні розтягнутої арматури і на рівні верхнього тензодатчика. По висоті перерізу в зоні чистого згину було встановлено 5 тензодатчиків з базою вимірювання 50 мм, показання знімались за допомогою приладу ІДЦ-1. Прогин в середині балки вимірювався за допомогою прогинуміру Максимова. Завантаження елементів поперечним статичним навантаженням здійснювалося за допомогою гідравлічного пресу ПММ-62,5.

Після випробувань балки і доведення її до руйнування, було відновлено зруйнований бетон ремонтним розчином MEGACRET-40 FAST та ін'єктування тріщин розтягнутої зони двокомпонентною епоксидною смолою ЕРОМАХ-L20. Подрібнений бетон стиснутої зони було видалено за допомогою перфоратору, в наслідок чого поверхня цілого бетону виявилася достатньо шорсткою.

Руйнування відбулося внаслідок подрібнення не посиленого бетону стиснутої зони. Після доведення балки до повного руйнування аналіз сколотих частин показав, що розчин яким відновлювалася стиснута зона мав достатнє зчеплення з не посиленним бетоном і вони працювали сумісно. Аналіз розтягнутої зони показав, що ін'єктування епоксидними смолами призводить до ефективного закриття існуючих тріщин в момент підсилення, так як нові тріщини утворювались поряд зі старими. Руйнівний момент склав $M = 13,98$ кНм, момент тріщиноутворення $M_{тр} = 5,15$ кНм, максимальний прогин $w = 1,21$ мм. Для відновленої балки було отримано наступні показники міцності та деформативності: руйнівний момент $M = 10,67$ кНм (76 % від незруйнованої балки), момент тріщиноутворення $M_{тр} = 3,68$ кНм (71,4% від незруйнованої балки), максимальний прогин $w = 0,83$ мм.

Прогини балок при рівних умовах навантаження мають близькі значення, що свідчить про відновлення деформативних характеристик. Руйнування при меншому рівні навантаження пояснюється тим, що старий бетон був навантажений до значень, що близькі до руйнуючих, при попередніх випробуваннях і в ньому відбулися деструктивні процеси, які знизили його міцність.

Доповідь присвячена обґрунтуванню ефективності та надійності застосування при ремонтно-відновлювальних роботах ремонтних сумішей із високими адгезійними властивостями та високим темпом набору міцності у порівнянні із традиційними розчинами та бетонами.

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., О.П. СУХАН, ст.викладач, І. О. ВОЗІЯН, аспірант,
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГОТОВИХ ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНИХ СУМІШЕЙ ПРИ ВИКОНАННІ РЕМОНТНИХ РОБІТ

При діагностуванні технічного стану несучих залізобетонних конструкцій (зокрема балок) досить часто спостерігаються експлуатаційні пошкодження стиснутої зони різного походження.

При цьому значно змінюється робота, характер напружено-деформованого стану, міцність і деформативність залізобетонних елементів.

Будівельні конструкції з такими дефектами потребують виконання робіт з відновлення їх несучої здатності, а в окремих випадках і підсилення.

На даному етапі соціально-економічного розвитку держави заходи з реконструкції чи перепрофілювання будівель і споруд під інші функціональні потреби, незважаючи на певні технічні труднощі, виявляються більш економічно вигідними ніж нове будівництво.

Реконструкція також доволі часто пов'язана з обмеженнями зі збільшення навантажень на несучі конструкції чого знову ж таки не завжди можливо уникнути при використанні традиційних методів відновлення несучої здатності чи посилення будівельних конструкцій.

Широке впровадження у практику реконструкції з появою на будівельному ринку ремонтних сумішей різних виробників найчастіше обмежується недостатньою вивченістю питання спільної роботи існуючих конструкцій і ділянок, що відновлені ремонтними сумішами.

Важливим моментом при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт та підсиленні є забезпечення міцності контактної зони – зчеплення старого бетону та ремонтного розчину.

Міцність такого з'єднання залежить від декількох факторів: шорсткості поверхні, адгезійних властивостей клею, що входить до складу ремонтної суміші.

На сьогодні широке застосування при виконанні ремонтних робіт набувають готові ремонтні суміші. Особливий інтерес при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт викликають суміші, які наряду з високою міцністю мають малий час її набору, високі адгезійні властивості.

Малий час набору міцності у порівнянні із традиційними розчинами та бетонами дозволяє суттєво скоротити час ремонтних робіт, а високі адгезійні властивості ремонтних розчинів дозволяють обійтися без виконання робіт із збільшення шорсткості контактної зони.

Це дозволяє не тільки скоротити прості підприємств за рахунок зменшення часу ремонтних робіт, але й знизити собівартість цих робіт за рахунок зменшення необхідних технологічних операцій. Проведені дослідження включали визначення несучої здатності контактної зони при підвищенні її шорсткості нанесенням шару епоксидного клею з посипкою крупним піском на бетонну основу попередньо просоченому епоксидними клеями та без попереднього просочування.

Для дослідження контактної були виготовленні зразки з гладкою (отриманні вирізанням із масиву) та шорсткою поверхнею (отримані розколюванням зразків-кубів), з попереднім просочуванням епоксидним клеєм та без просочування. В якості ремонтного розчину застосовано MEGACRET-40 FAST, та епоксидного клею ЕРОМАХ-L20. В результаті випробувань встановлено, що зразки без попереднього просочування клеєм мали зменшену несучу спроможність з'єднання на 50-40 % у порівнянні із тими зразками, що були попередньо оброблені.

Це можна пояснити тим, що клей має високу текучість і після нанесення на пористу структуру бетону швидко вбирається матеріалом основи, і його недостатньо для надійного приклеювання крупнозернистого піску.

Зразки без підготовки поверхні показали ту ж несучу здатність, що і зразки, які були попередньо оброблені клеєм із попередньою обробкою поверхні.

Доповідь присвячена обґрунтуванню ефективності та надійності застосування при ремонтно-відновлювальних роботах ремонтних сумішей із високими адгезійними властивостями та високим темпом набору міцності порівняно з традиційними розчинами та бетонами.

П. І. ГЕРБ, канд. техн. наук, доц, О. М. ГРИЦАЄНКО, асистент,
К. В. АНІСІМОВА, студентка, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ ПО ПРОФІЛЬОВАНОМУ НАСТИЛУ

У даний час рішення проблем економії матеріалів, трудомісткості проектування, виготовлення і монтажу ведеться за кількома напрямками. Серед них важливу роль відіграють вдосконалення конструктивних форм будівель і споруд, застосування прогресивних будівельних матеріалів, розвиток нових методів аналізу роботи конструкцій, розробка та впровадження систем автоматизованого проектування і методів оптимізації в практиці розрахунку і конструювання.

Одним з досягнень в удосконаленні конструктивних рішень каркасів багатоповерхових будівель є сталезалізобетонні перекриття, що складаються з монолітних залізобетонних плит з зовнішнім армуванням з профільованого листа з виштампуваними рифами і сталевих балок, що працюють спільно з плитою. Залежно від конструктивних рішень монолітне перекриття може бути двох видів:

монолітне перекриття з використанням сталевих профільованих настилу тільки в якості незнімної опалубки. В даному випадку використовуються сталеві холодногнуті листові профілі з трапецієподібною формою гофра. Армування передбачається плоскими арматурними каркасами і сітками зі сталі класу А-I, А-II, В-I;

монолітне перекриття з використанням сталевих профільованих настилу як незнімна опалубка і зовнішня арматура. В даному випадку використовується профнастил з виштампуваними рифами для забезпечення зчеплення і спільної роботи настилу з бетоном. В якості додаткової гнучкою арматури плити рекомендується арматурна сталь наступних видів і класів: стрижнева періодичного профілю класів А - II і А - III, дротова класу Вр. Вертикальні анкери, що закріплюють настил на опорах, повинні бути виконані з арматурної сталі періодичного профілю класів А- II і А- III діаметром 12-16 мм.

Перспективність застосування даних конструкцій в перекриттях обумовлюється наступними позитивними моментами:

- зниження витрати сталі в армуванні перекриттів і балок;
- скорочення трудовитрат при будівництві на 25-40 % в порівнянні з традиційними монолітними перекриттями (зі стрижневою арматурою);
- скорочення термінів будівництва на 25 %;
- зменшення маси перекриття на 40-60 % в порівнянні з залізобетонними перекриттями традиційної конструкції;
- зменшення будівельної висоти на 10 % в порівнянні з залізобетонними перекриттями традиційної конструкції;
- збільшення жорсткості перекриттів будівлі при дії горизонтальних навантажень;
- розміщення комунікацій в гофрах профільованого настилу перекриття;
- відсутність витрат на опалубку;
- підвищення безпеки праці та пожежної безпеки на стадії монтажу, технологічність виконання будівельно - монтажних робіт без залучення потужних засобів транспорту і механізації, що забезпечує зниження трудовитрат на 25-40 % і скорочення термінів будівництва на 20-25 %;
- можливість досягнення будь-якого ступеня вогнестійкості.

Головною особливістю конструкцій з профільованою листовою арматурою є те, що в процесі укладання бетонної суміші в настилі виникають напруги згину, які дещо змінюються після твердіння бетону і прояви усадочних деформацій. Таким чином, елемент перед прикладенням експлуатаційного навантаження вже має початкові напруги.

Експериментальне дослідження монолітних плит з профільованою листовою арматурою складається з трьох етапів випробувань: настилів на навантаження, що діє в стадії виготовлення; міцності контакту листа з бетоном на зсув при різних способах анкерування; на вигин готового елемента (стадія експлуатації).

Список літератури

1. Патент на полезную модель № 82726 – «СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЙ КАРКАС». Автор – Пекин Д.А.
2. Стандарт организации СТО АРСС 11251254.001-2015 Сталезалезобетонные конструкции. Правила проектирования. – Москва, 2015.

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ
СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОНОГО ПЕРЕКРИТТЯ ПО ПРОФІЛЬОВАНОМУ НАСТИЛУ**

Важливу роль у процесі вдосконалення конструктивних форм будівель і споруд, застосуванні прогресивних будівельних матеріалів займають сталезалізобетонні перекриття, що складаються з монолітних залізобетонних плит з зовнішнім армуванням з профільованого листа з виштампуваними рифами і сталевих балок, що працюють спільно з плитою.

Роботи по влаштуванню монолітного перекриття із застосуванням сталевих профільованого настилу виконуються в такій технологічній послідовності: розкладається і кріпиться сталевий профільований настил; встановлюється арматура; укладається бетонна суміш в перекриття. До початку виконання робіт повинні бути виконані підготовчі роботи: закінчено монтаж металевих балок і прогонів перекриттів; підготовлені механізми, пристосування та обладнання; здійснена розкладка пакетів профільованого настилу, арматури (сіток і каркасів) в обсязі, визначеному ПВР на захватку; проведена розмітка місць установки настилів і стійок для кріплення торцевої опалубки; встановлені підтримуючі ліса з риштованням і огорожами. Укладання настилу і його кріплення до прогонів здійснюється захватками, які визначаються відповідно до конструктивних особливостей будівлі і призначаються в ПВР. Подачу настилів в зону проведення робіт виконують краном, а його розкладку – вручну у відповідності з робочими кресленнями. Перед укладанням настилу провести очищення верхньої полиці балок від бруду і наледі за допомогою скребоків або сталевих щіток, а потім приварити сталеві стійки, до яких згодом буде кріпитися торцева дерев'яна опалубка і напрямні. Розкладка настилу відбувається з дерев'яних містків, встановлених по довжині прольоту і уздовж торця будівлі.

Перед армуванням перекриття необхідно встановити торцеву опалубку. Подача арматурних стержнів, каркасів і сіток в зону проведення робіт здійснюється за допомогою крана. Армування перекриття починається з того, що в кожен гофр настилу укладається арматурний каркас, потім в поздовжньому і поперечному напрямках встановлюються дровові фіксатори, нижню частину яких заводять під каркас, створюючи при цьому проектну величину захисного шару, на встановлені дров'яні фіксатори укладають нижню арматурну сітку, на яку в свою чергу встановлюють ще одні дровові фіксатори і укладають верхню арматурну сітку.

Бетонування плити передбачається за допомогою автобетононасоса смугами завширшки 3-4 м через одну. Перед бетонуванням профільований настил і бетонні поверхні робочих швів повинні бути очищені від сміття, бруду, масел, снігу і льоду, цементної плівки і ін. Перед укладанням бетонної суміші очищені поверхні повинні бути промиті водою і просушені струменем повітря. Бетонування здійснюється на всю товщину перекриття з одночасним ущільненням бетонної суміші глибинними вібраторами з подальшим вирівнюванням віброрейкою.

Після завершення вібрації і вирівнювання бетонної суміші поверхню вклого бетону укривають брезентом або мішковиною, які повинні підтримуватися у вологому стані. Можна використовувати для укривтя шар вологої тирси або піску, які насипають через 3 - 4 години після укладання бетону і поливають розсіяним струменем води з брандспойта до 5 разів на день. В осінній та весняний час року при температурі повітря $+5^{\circ}\text{C}$ і нижче, коли можливі заморозки, відкриті поверхні бетону необхідно вкривати теплоізоляційними рулонними матеріалами. Недоліками перекриттів є необхідність влаштування з нижньої сторони вогнезахисних шарів, а також чутливість профільованого настилу до перевантажень і механічних пошкоджень в стадії виготовлення конструкції, але ці недоліки цілком можна усунути. Обсяг застосування перекриттів з профільованими настилами безперервно зростає. Наприклад, 22 % будівель заввишки понад 30 поверхів, побудованих за останні роки в різних країнах, мають перекриття з профільованими настилами.

Список літератури

1. Стандарт организации СТО АРСС 11251254.001-2015 Сталезалізобетонные конструкции. Правила проектирования. – Москва, 2015.
2. ДБН В.2.6 - 160: 2010 Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення - Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
3. Технологическая карта на устройство монолитных перекрытий зданий по стальному профилированному настилу 53-03 ТК - ОАО ПКТИпромстрой, 2003.

ТЕХНОЛОГІЇ ТРИВИМІРНОГО ДРУКУ В БУДІВНИЦТВІ

Технологія 3D-друку справила в світі справжню науково-технічну революцію в області робототехніки. Суть методу полягає в пошаровому створенні фізичного об'єкта по цифровій 3D-моделі, що досягається за двома принципово різними способами: механічна обробка, коли від елемента-заготовки відсікається зайвий матеріал та адитивний, заснований на пошаровому додаванні матеріалу, в підсумку отримуючи поступово створений необхідний образ.

Використання технології роботизованого об'ємного друку в будівництві публічно презентував професор Барух Кошневіц з Південно-Каліфорнійського Університету (University of Southern California) в серпні 2012 року, де його група висунула концепт використання гігантського принтера, що збирається на місці будівництва, на кшталт мостового крану, а вже в лютому 2014 року китайськими інженерами з компанії WinSun Decoration Design Engineering Company була демонстративно надрукована в Китаї серія справжніх будинків, для яких у якості матеріалу було використано відходи будівництва та промисловості. На відміну від свого заокеанського побратима китайський 3D-принтер «надрукував» будинок частинами, які потім, як конструктор, зібрані в єдине ціле.

В технології 3D-будівництва сам будівельний принтер не є технічно складною ланкою нової технології, зараз існує два види - робіт в вигляді козлового крану та стріли-маніпулятора. Більш принциповими речами, на сучасний момент, є розробка та вдосконалення складу робочих сумішей та нових концептуальних архітектурних форм.

Головна відмінність 3D-принтера від будь-якого іншого промислового робота полягає в способі створення продукції. Будівельний 3D-принтер має сопло або екструдер, що видавлює швидко твердіючу робочу суміш. Поверхня, на якій створюється об'ємний виріб, називається робочою зоною і має розміри, які задаються величиною ходу сопла. Використовуються швидко твердіючі реакційно-порошкові бетони на полімерній основі. Армування здійснюється сталевією мікрофіброю або просторово-сітчастими, тканинними каркасами. Опалубку не використовують. Незважаючи на високу вартість матеріалів, що використовують у процесі тривимірного друку об'єкту, його загальна вартість менше на 30-50%, в порівнянні із зведеним за ручним методом будівництва. Розвиток та розширення асортименту матеріалів дозволить ще більш здешевити будівництво.

Суттєві зміни відбудуться і в структурі будівельних фірм та її підрозділів, на зміну яких з'являться фірми з невеликою командою фахівців та парою роботів: керівник, інженер-оператор 3D-робота (3 людини при трьох змінах), декілька фахівців, що будуть укладати арматуру, закладні, встановлювати вікна та двері тощо, диспетчер-логіст (нинішній постачальник) та суміжники, що змонтують ІТ системи. Штат будівельного підрозділу складатиме близько 12 осіб, з фондом зарплати мільйон гривень на місяць.

Темпи будівництва вже існуючих 3D-принтерів дають можливість за 24 години збудувати дім площею 150м³. Це фантастично короткі терміни будівництва, а також відсутність фінансових розривів в будівельному циклі, зняття проблеми сезонних природних циклів.

Суттєво поліпшиться якість будівництва, що дозволить реальному об'єкту повністю відповідати розрахунковій моделі та всім проектним вимогам. Тривимірні печатні технології будівництва майже безвідходні, використовують у виробництві екологічні матеріали та не обтяжені великими викидами CO₂ в атмосферу. За словами розробників, дизайн такого будинку дозволяє в подальшому легко встановити необхідну внутрішню інфраструктуру. Інженери вважають, що будинки, створені за допомогою такого принтера, призначені насамперед для сімей та індивідуумів з невисоким рівнем доходу. На підтримку цього говорить той факт, що загальна вартість будівлі становить близько \$ 4 800. Технології 3D-будівництва дозволять змінити підходи до проектування та будівництва, з'являться нові технології, архітектурні форми, конструкції, які до цього були недосяжні внаслідок недосконаlosti методів будівництва.

Список літератури

1. Технологія 3D-друку в будівництві [Електронний ресурс] / Технологія 3D-печати в строительстве. – Режим доступу: <http://www.shapovalov.org/news/2014-05-28-2769>.

ОСОБЛИВОСТІ ДЕМОНТАЖУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Процесу будівництва дуже часто передують процедура знесення і демонтажу будівель та споруд.

Демонтаж будівель і споруд - досить складний, дуже енергоємним, трудомісткий, брудний процес, який передбачає залучення спеціальної важкої техніки та вимагає певних знань і навичок.

На сьогодні існує кілька способів демонтажу будівель і споруд. Найстаріший - ручний демонтаж. Застосовують для невисоких будинків (не вище 4 поверхів) і в тих випадках, коли робота вимагає підвищеної точності. Наприклад, коли потрібно провести не повний знос, а лише частину об'єкта для подальшої її реконструкції. При цьому використовують відбійні молотки, алмазне різання, кирки, гідроклини та інші засоби малої механізації. Ручний демонтаж займає багато часу, тому частіше знесення будівель проводять механізованим способом. Механізоване знесення будівель проводять з використанням важкої будівельної техніки, яка підбирається залежно від висоти будівлі:

для будівель, що не перевищують висоту в 3 поверхи, використовують руйнівник з короткою стрілою;

будівлі висотою не вище 22 поверху зносять екскаватором з подовженою стрілою;

всі інші будівлі демонтують тільки за допомогою гідромолотів, гідромолота або ж роботів для зносу будівель, які поєднують відразу кілька варіантів проведення робіт, а також для будівель будь-якої висоти, коли споруда знаходиться на території щільної забудови або ж є інші чинники, що заважають під'їзду або роботі важкої техніки. До того ж, таке обладнання дозволяє прямо на місці переробити частину будівельного сміття для використання його в новому будівництві.

Останній спосіб, який застосовується в основному за кордоном - вибуховий. Такий підхід вимагає високого професіоналізму, точності розрахунків, а також спеціальних дозволів від державних органів.

Будь-який варіант зносу будівель передбачає ряд етапів: Проведення інженерних досліджень з технічного стану будівлі, складності конструкції, наявності комунікаційних мереж, близькості інших об'єктів, наявності перекриттів з ризиком обвалення та ін.

Підготовка та оформлення дозвільних документів. Підготовка до зносу (огороження території, очищення приміщення, відключення комунікацій, організація тимчасового руху транспортних засобів за територією знесення, інше). Безпосередньо знесення будівлі і очищення території від будівельного сміття.

Удосконалення будівельної техніки суттєво змінює і робить більш раціональними та екологічно чистими руйнівні способи демонтажу будівель. Так в Токіо для знесення старої будівлі Grand Prince Hotel Akasaka висотою 460 футів, будівельна компанія використала нову технологію з використанням великих рухомих платформ - кондукторів і потужних кранів, які генерували електроенергію безпосередньо від спуску демонтованих конструкцій.

Будівля розбиралася зсередини, послідовно зверху до низу зберігаючи дах до останнього. Великі платформи, через систему тимчасових колон і підпірок, забезпечували стійкість несучих конструкцій і підтримували вище розміщені поверхи, в той час як демонтували основні конструкції певного поверху. Потім утримуюча платформа плавно опускалась на нижчий рівень. Всі елементи конструкцій, які, досить легко було видалити, виймалися. Балки перекриттів, бетонні підлоги, не несучі конструкції демонтувались та спускались на землю за допомогою спеціального крану, який при цьому виробляв електрику, що використовувалася для роботи іншого обладнання.

Суть нового методу полягає в збереженні конструкцій для повторного їх використання. Демонтажні роботи не залежали від погодних умов. Фахівці порахували, що за допомогою нової технології, знижено запиленість на 90%, а рівень шуму знаходився в межах від 17 до 23 децибел. Використання поновлюваних джерел енергії зменшило викид вуглекислого газу на 85%.

Майбутнє будівельної індустрії України в розвиненні нових технологій, тож переймаємо передовий досвід, генеруємо та втілюємо в життя наші нові українські ідеї.

Список літератури

1. Новая технология демонтажа высоты [Электронный ресурс] / Новости строительства. – Режим доступа: <http://novostistr.ru/2013/03/novaya-tehnologiya-demontazha-vyisotki.html#more>.

2. Голов Г. І. Демонтажные работы при реконструкции зданий / Г. І. Голов. М.: Стройиздат, 1990. 144 с.

О.М. ГРИЦАСНКО, асистент, П. І. ГЕРБ, канд. техн. наук, доц.,
Н.С. ІЩЕНКО, студент, Криворізький національний університет

РЕКОНСТРУКЦІЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З НАДБУДОВОЮ МАНСАРДНИХ ПОВЕРХІВ

Ситуація, що склалася у сфері капітального будівництва та житлово-комунального господарства м. Кривого Рогу на зорі ХХІ століття, не може задовольняти ані громадян, ані муніципальну адміністрацію:

існує гострий дефіцит житла, особливо соціального призначення для малозабезпечених громадян;

стан житлового фонду, об'єктів соціальної, інженерної і транспортної інфраструктури незадовільний;

експлуатаційні витрати житлово-комунального господарства непомірно високі.

Складнощі в житлово-комунальному господарстві, пов'язані в першу чергу з відсутністю коштів як у місцевої влади так і у народжуваних об'єднаннях співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ). Економічна криза та інші, існуючі регіональні й національні проблеми не дозволяють підтримувати житловий фонд у задовільному стані, внаслідок чого не виконуються потокові і капітальні ремонти передбачені нормативними положеннями.

Багато багатоповерхових житлових і громадських будівель потребують негайного ремонту покрівельного покриття з утепленням, нерідко заміною підгнилих крокв, утеплення фасадів, заміни зношених інженерних систем тощо. Реконструкція, що стала останнім часом одним з основних напрямків капітального будівництва, є єдиним виходом для цих будівель. Надбудова одного або декількох поверхів (якщо дозволяють несучі конструкції будинку) та реалізація цих квартир, нададуть кошти для проведення капітального ремонту будинку, а проведена реконструкції суттєво знизять експлуатаційні витрати.

Методика реконструкції старого житла з надбудовою мансард цілих кварталів житлових будинків давно відома і успішно впроваджена в багатьох країнах Європи. На Україні, такі проекти вже реалізовували в містах Черкасах і Полтаві, де без залучення бюджетних коштів і відселення мешканців, інвесторами були добудовані над кількома десятками п'ятиповерхівок мансарди з легких і міцних матеріалів, натомість отримавши квартири для продажу.

Методика полягає в наступному. Готується проект мансардного поверху (на підготовку повноцінного проекту проектувальники вимагають кілька місяців). Одночасно проводиться повне обстеження будівлі, отримання технічних умов, згоди мешканців та місцевої влади. Після отримання всіх необхідних документів будівлю повністю реконструюють, замінюючи всі комунальні мережі - водопровід, каналізацію, систему тепlopостачання; ремонтуються фасад, під'їзди, зміцнюються міжпанельні шви. Наприкінці на місці старого даху зводять, з металоконструкцій, новий верхній поверх.

Особливо треба відзначити, що надбудовувати можна будь-які будівлі: не тільки п'ятиповерхівки, а й громадські, адміністративні, комерційні будівлі. У такому випадку інвестори, при мінімумі витрат, отримують можливість придбати додаткові офісні площі. З'являється можливість створювати приміщення з вільним плануванням, що дозволяє продавати не квартири, а корисну площу. Це зараз найбільш затребуваний варіант на ринку нерухомості. Реконструкція будівлі з надбудовою мансарди окупає витрати на утеплення за 5 років. Подібні проекти вигідні всім - інвесторам, муніципальній владі, мешканцям, будівельникам.

Будівельні роботи виконуються в стислі термінами, за два-три місяці навіть взимку. Кроквяні конструкції виготовляються в заводських умовах і збираються на об'єкті. Всі конструкції завдяки серійному виробництву виготовляються «в розмір» та за рахунок малої ваги легко монтуються без підйомних кранів (максимальна маса конструкції - 170 кг). Відсутність будівельного майданчика робить непотрібними побутові і складські приміщення (матеріали підвозять безпосередньо до об'єкта), використовуються вже існуючі інженерні мережі тощо. Муніципальна влада, при мінімальних витратах, вирішує питання з ремонту незадовільного стану житлового фонду та знижує соціальну напруженість. Враховуючи гострий брак коштів в бюджетах на капремонт, така реконструкція на часі стає єдиною можливою альтернативою.

Список літератури

1. Пасивний будинок: комфорт та енергозбереження [Електронний ресурс] / Будівництво III тисячоліття. – Режим доступу: <http://www.ugenergogaz.com/2008-12-16-22-57-08/277-2009-06-16-18-35-13.html>.

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., О.Ю. ЄРЬОМЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОСІЧНО-РОЗТЯЖНОГО ПРОФІЛЮ, ЯК КОНСТРУКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Існуюча тенденція збільшення вартості металопрокату, витрат на опалення та експлуатацію будівель призводить до потреби проектування економічних будівельних конструкцій.

Означені питання, частково, дозволяє вирішити застосування “легких металевих тонкостінних конструкцій” (ЛСТК) в якості несучих конструкцій будівель та споруд [1].

ЛСТК є відносно новою технологією каркасного будівництва, яку почали використовувати на теренах нашої країни наприкінці 90-х років минулого століття. До конструкцій такого типу, як правило, відносять тонкостінні холодногнуті оцинковані профілі. Застосування ЛСТК в будівництві дозволяє скоротити строки зведення будівель та споруд, вони не потребують улаштування складних та вартісних фундаментів, дозволяють зменшити витрати на підйомні механізми, їх монтаж можна виконувати протягом всього року [1, 2].

Одним з різновидів ЛСТК є просічний профіль, використання якого обумовлено забезпеченням регламентованої величини теплопровідності. Наявність перфорації в стінці профілю дозволяє уникнути появи містка холоду і знизити його ефективну теплопровідність на 80-90% в порівнянні з суцільностінчатим перерізом, але негативно позначається на його несучій здатності [2]. Класичний варіант перфорованого профілю, просічний, широко поширений, застосовується в якості стійок в конструкціях стін.

Просічно-розтяжний профіль є новим типом перфорованого профілю, який виготовляється з високоміцної низьковуглецевої сталі і застосовується в якості несучих стійок стінових конструкцій. Просічки в стінці перерізу отримують шляхом прорізання сталі з подальшим розтягуванням та утворенням ромбоподібних або трикутних просічок. Стінка перерізу профілю має ребро жорсткості розташоване між ділянками, які ослаблені просічками. Наявність серединного ребра жорсткості передбачає підвищення несучої здатності профілю за втратою стійкості. Отже, в силу широкого застосування просічно-розтяжного профілю в будівництві, актуальним є проведення аналізу його дійсної роботи. Огляд літератури показав, що теоретичні і експериментальні дослідження просічно-розтяжного профілю почали проводитися лише в останні декілька років. Так в працях [2, 3] виконано чисельне дослідження просічно-розтяжного профілю в порівнянні з найбільш поширеними типами холодногнутих профілів С-подібного перерізу.

Проведені експериментальні дослідження [2, 3] дозволили з'ясувати критичні значення стискаючих сил, характер руйнування дослідних зразків, а також виконати порівняння отриманих результатів з архівними даними лабораторних випробувань просічного профілю. Було встановлено, що вичерпання несучої здатності стержнів просічно-розтяжного профілю, за умови дії стискаючого навантаження, відбувалося внаслідок втрати загальної або місцевої стійкості [2, 3]. Виявлено, що несуча здатність на стиск просічно-розтяжного профілю в середньому на 50% вища по відношенню до просічного профілю. Розташування серединного ребра жорсткості в стінці перерізу просічно-розтяжного профілю нівелює негативний вплив наявності просічок, збільшуючи несучу здатність на стиск до величин, отриманих для суцільностінчатих профілів [2]. Проведений аналіз дозволяє дійти висновку про ефективність просічно-розтяжного профілю порівняно з традиційним просічним профілем.

Список літератури

1. Yu, W.W., LaBoube, R.A. Cold-Formed Steel Design. -4th ed. / Wei-Wen Yu, Roger A. LaBoube. John Wiley & Sons, Inc., 2010. -512p.
2. Синельников А.С. Прочность просечно-растяжного профиля: испытания и математическое моделирование / А.С. Синельников, А.В. Орлова // Вестник МГСУ / Московский государственный строительный университет. – М., 2013. -№12. -с.41-54.
3. Ватин Н.И. Прочность просечно-растяжного профиля: испытания и математическое моделирование / Н.И. Ватин [и др.] // Расчет и проектирование металлических конструкций: сборник докладов научно-практической конференции / МГС

О.Ю. ЄРЬОМЕНКО, канд. техн. наук, доц., Д.В. ФЕДОРОВ, студент
Криворізький національний університет

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПІДСИЛЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ЗА УМОВИ ВПЛИВУ ПІДВИЩЕНИХ ТА ВІД'ЄМНИХ ТЕМПЕРАТУР

Залізобетонні конструкції зазнали широкого розповсюдження в цивільному та промисловому будівництві. Для забезпечення їх експлуатаційної придатності, періодично, виникає потреба у відновленні або збільшенні несучої здатності через наявність дефектів та ушкоджень. В сучасних умовах ефективним є застосування полімерних композиційних матеріалів при підсиленні залізобетонних конструкцій. Ефективність цієї технології підсилення підтверджена багатьма іноземними та вітчизняними дослідниками [1-3].

На теперішній час накопичено достатньо велику кількість експериментальних досліджень в області застосування композиційних матеріалів у вітчизняній практиці промислового і цивільного будівництва. Разом з тим проведені дослідження практично не торкалися питань вивчення впливу температурних факторів на несучу здатність підсиленних залізобетонних конструкцій. Майже відсутні дослідження з аналізу впливу нагрівання та охолодження підсиленних конструкцій на перерозподіл напружень між бетоном та композиційним матеріалом на основі вуглецевих волокон з врахуванням того факту, що коефіцієнти температурного розширення бетону та вуглецевих волокон мають, за своєю величиною, різні знаки.

Зважаючи на те, що будівлі та споруди зазнають впливу широкого діапазону температур, як зовнішніх кліматичних, так і внутрішніх від технологічних процесів необхідність дослідження несучої здатності залізобетонних конструкцій підсиленних композиційними матеріалами, з урахуванням температурних факторів, є актуальною задачею розвитку теорії їх розрахунку.

З огляду на сказане було проаналізовано наявні відомості про існуючі дослідження, виконані останнім часом, щодо означеного питання. Як свідчать експериментальні дані [1-2] підсилення залізобетонних конструкцій, що працюють на згин, композитними матеріалами на основі вуглецевого волокна дозволяє підвищити їх несучу здатність від 174 до 215% у порівнянні з контрольною серією зразків. Зміна температури оточуючого середовища, при проведенні експериментальних випробувань показала, що приріст несучої здатності підсиленних зразків балок при випробуваннях в діапазоні температур $+30\div-60$ °C знаходиться, приблизно, на одному рівні[1]. Відхилення між показниками приросту міцності таких зразків лежить в межах 19%. Підвищення температури від 30 до 90 °C призводить до лінійного падіння показників міцності. Величина приросту міцності склала близько 95%, що практично у 2 рази менше, порівняно зі зразками, які випробовувалися в діапазоні температур $+30\div-60$ °C. Останнє пов'язано з появою сегментальної рухливості (розм'якшенням) епоксидного клею і, як наслідок, зниженням фізико-механічних характеристик і адгезії клею до поверхні бетону [1].

Крім означених відмінностей в несучій здатності спостерігався різний характер руйнування дослідних зразків. Так для діапазону температур $+30\div-60$ °C характерним було руйнування в результаті відшарування композиційного матеріалу по контактній поверхні клею і бетону зі сколюванням захисного шару бетону металевої арматури[1]. При температурах вище $+30$ °C руйнування підсиленних зразків відбувалося внаслідок руйнування волокон композиційного матеріалу[1]. Отже, розглянуті результати свідчать про існування зв'язку між температурою експлуатації залізобетонних конструкцій підсиленних композиційними матеріалами і динамікою їх руйнування, що повинно бути враховано при проектуванні таких конструкцій.

Список літератури

1. Смердов, М. Н. Экспериментальные исследования несущей способности железобетонных конструкций горно-технических зданий и сооружений / М.Н. Смердов, Д.Г. Неволлин, Д.Н. Смердов // Известия вузов. Горный журнал. – 2015. – №8. – С. 138–142.
2. Шилин А. А. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами / А. А. Шилин, В. А. Пшеничный, Д. В. Каргузов. – М., Стройиздат, 2004. – 139 с.
3. Barakal S.A., Binienda W.K., Tysl S.R. Evaluation of the Performance of Concrete Structures Strengthened with FRP Composites. 15th ASCE Engineering Mechanics Conference, June 2-5, 2002, Columbia University, New York. – P.9.

О.Ю. ЄРЬОМЕНКО, канд. техн. наук, доц., Д.В. ПАНТУС, студент
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРИШАРОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Однією з актуальних проблем сучасного будівництва є підвищення теплозахисту цивільних і промислових будівель.

Найбільш ефективним шляхом економії енергії в будівельному секторі визнано скорочення втрат тепла через огороджувальні конструкції (зовнішні стіни) будівель і споруд.

Існуючі варіанти утеплення будівель відрізняються як конструктивними рішеннями, такі матеріалами, які використовуються в конструкціях [1]. Як правило, сучасні конструкції зовнішніх стін є багатошаровими і включають конструктивний і захисно-оздоблювальний шари, між якими розміщується ефективний утеплювач.

Поряд з очевидними перевагами багатошарових стінових панелей досвід їх виробництва і застосування виявив ряд недоліків частину з яких усунути, практично, не можливо. До них відносять [1-3]:

досить високу трудомісткість зведення, що неминуче позначається на якості монтажу і безпеці конструкцій;

знижений коефіцієнт теплотехнічної однорідності, обумовлений наявністю теплопровідних включень у вигляді будівельних елементів з бетону і інших матеріалів. Теоретичні дослідження показують, що теплопровідні включення спричиняють тепловтрати від стіни в межах 20-53%;

знижена довговічність, у порівнянні з більш однорідними стінами.

Широкого розповсюдження набули тришарові огороджувальні конструкції в яких зовнішнім шаром виступає облицювальна цегла [2]. Вітчизняний досвід та досвід країн СНД вказує на значні недоліки, крім означених, які існують в проектних рішеннях таких конструкцій. Багатошарові кладки виявилися, практично, не придатними для ремонту. Неможливо зробити локальний ремонт або заміну утеплювача, гнучких зв'язків, опорних елементів, оскільки для виконання навіть невеликого обсягу ремонтно-відновлювальних робіт потрібно буде виконати повний демонтаж системи. В останні роки на об'єктах, зведених з використанням технології багатошарових кладок, частішали випадки обвалення різних за площею фрагментів цегляного облицювання [2,3]. Означені недоліки призвели до того, що окремі органи самоврядування країн СНД заборонили на своїй території використання таких конструкцій [1-3].

Відсутність нормативних вимог до матеріалів стінового огородження призводить до того, що виробник, зацікавлений в збуті, проводячи не завжди коректно цикли випробувань або проводячи їх формально, не в повному обсязі, отримуючи позитивні висновки по окремих елементах, але не по фасадній системі в цілому, починає рекламувати свої рішення або вироби.

На сьогодні аналіз причин відмов і усвідомлення помилок ґрунтується в основному на узагальненні та аналізі наявних аварій. Необхідні лабораторні дослідження такі не були проведені. Зважаючи на сказане було б доцільно змінити систему проектування, підходу до застосування матеріалів і конструкцій. Повинні бути чітко сформульовані, на рівні норм, вимоги до конструкцій та матеріалів стінового огородження.

До проектування типових конструкцій теплоефективних стін повинні бути залучені ведучі науково-дослідні інститути. Обсяг необхідних досліджень повинен замовляти не виробник продукції, а науковий підрозділ, який буде давати дозвіл на застосування цього виробу в тих чи інших конструкціях. Зрозуміло, що означені задачі, з поліпшення стану питання, неможливо вирішити без втручання держави, як в частині фінансування, так і в частині нормативно-правового регулювання.

Список літератури

1. Павлова М.О. Современные исследования и разработки способов ремонта, реконструкции, реставрации и мониторинга каменных конструкций в России и Европе // Технология строительства, 2009. - №3.
2. Кучеренко В.А. Причины дефектов наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // Строительство, 2008. - №3.
3. Новиков А.В. Причины возникновения дефектов в конструкциях облегченной кладки // Строительные материалы, 2007. - №4.

О.А. ПАЛИВОДА, асистент, Криворізький національний університет

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЩОДО ЗМІЦНЕННЯ ЯДЕР СТИСНУТИХ ТРУБОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

У сучасному будівництві виникає необхідність застосовувати стиснені елементи з високою несучою здатністю. Цим вимогам повністю відповідає труобетон. Завдяки своїм чисельним перевагам (підвищена міцність бетону осердя за рахунок об'ємного напруженого стану, відсутність опалубки при будівництві, значна економія працевитрат та енергії при зведенні) труобетон отримав широке розповсюдження в будівництві як у нашій країні, так і за її межами. Проте одним із його недоліків, який дещо стримує застосування труобетону, є значні витрати сталі, що підвищує вартість всього будівництва.

Відомо, що в стиснутих труобетонних елементах діюче зусилля сприймається як трубою оболонкою, так і бетонним осердям. Якщо якимось чином збільшити несучу здатність осердя, то можна зменшити витрати сталі для отримання труобетонного елемента з наперед заданою несучою здатністю. Тому використання зміцненого осердя приведе до значного зменшення витрат сталі й економії коштів при зведенні конструкції. Таким чином, дослідження стиснутих труобетонних елементів зі зміцненим осердям є актуальною задачею.

Проведений аналіз нормативної літератури та робіт вітчизняних і закордонних дослідників дозволяє сформульовано наступні висновки:

1. Труобетонні конструкції є найбільш ефективними при роботі на осьовий стиск з поміж усіх конструкцій із непрямым армуванням.

2. Міцність труобетонних конструкцій можливо збільшити за рахунок підвищення несучої здатності їх ядер. В свою чергу, це дозволить збільшити економічну ефективність даних конструкцій.

3. На теперішній час досить ґрунтовно вивчена робота та напружено-деформований стан класичних труобетонних елементів. Проте не існує достатньої уваги дослідженню та широкому впровадженню в будівництво труобетонних конструкцій зі зміцненими осердями.

Беручи до уваги такі висновки, в описаних дослідженнях були поставлені наступні задачі:

запропонувати конструктивні рішення труобетонних елементів зі зміцненими осердями (з допомогою високоміцного бетону, центрифугування із заповненням порожнини, використання багатоядерних ядер);

провести експериментальні дослідження для визначення несучої здатності та особливостей деформування запропонованих стиснутих труобетонних елементів зі зміцненими осердями та обрати найефективніші технічні рішення;

виявити несучу здатність та закономірності зміни напружено-деформованого стану досліджуваних елементів;

визначити експериментально впливи різних конструктивних схем на деформативність та несучу здатність розглянутих елементів;

розробити аналітичні та чисельні методи оцінки напружено-деформованого стану і методу розрахунку міцності досліджуваних конструктивних елементів;

розробити інженерну методу розрахунку центрально стиснутих труобетонних елементів зі зміцненими осердями.

Список літератури

1. **Ефименко В.И.** Напряженно-деформированное состояние в упругой стадии работы центрифугированных труобетонных элементов при осевом сжатии / **В.И. Ефименко, А.П. Сухан** // Будівельні конструкції. – Київ, 2008. – Вип. 70. – С. 96 – 102.

2. **Стороженко Л.І.** Високоєфективні бетони для заповнення труобетонних конструкцій з використанням місцевих матеріалів / **Л.І. Стороженко, Д.А. Єрмоленко, О.В. Демченко, Р.В. Халява, Т.В. Халява** // Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава, 2014. – Вип. 1. – С. 104 – 108.

3. **Стороженко Л.І.** Експериментальні дослідження високоміцних бетонів для ядер труобетонних елементів / **Л.І. Стороженко, Д.А. Єрмоленко, О.В. Демченко** // Ресурсоекономічні матеріали, будівлі та споруди. – Рівне, 2013. – Вип. 27. – С. 228 – 234.

4. **Харченко С.А.** Исследование труобетонных элементов с упрочненными ядрами / **С.А. Харченко, С.А. Жуков, А.В. Паршин.** – Кривой Рог : Минерал, 2008. – 140 с.

Д. В. ПОПРУГА, канд. техн. наук, доц., Д. В. ФЕДОРОВ, студент
Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У БУДІВНИЦТВІ

На сьогодні з виробами із бетону і сталі успішно конкурують матеріали із тканин, волокон і стрічок виготовлених із сучасних вуглеводнів (вуглепластики). При цьому такі матеріали мають невелику товщину і вагу.

Вуглепластики або карбон - полімерні композиційні матеріали з переплетених ниток вуглецевого волокна діаметром 5-15 мкм, розташованих в матриці з полімерних (наприклад, епоксидних) смол.

Вуглецеві волокна являють собою альтернативу традиційним матеріалам, наприклад, сталі, алюмінію, склопластику і застосовуються для будівництва легких ферм і каркасних конструкцій. Маючи чотириократну міцність на розрив, ніж у найкращих марок сталі, вуглецеве волокно набагато легше заліза (на 75%) і алюмінію (на 30%) [1].

У будівництві вуглеволокно застосовується для зовнішнього армування і для підсилення конструкцій - в якості армуючого наповнювача, що має значну стійкість до деформацій, а також до тріщин при різких перепадах температур.

Для підсилення конструкцій застосовують також метал і бетон, але вуглеволокно має низку переваг перед ними. Головна з них - висока міцність на розтяг. Інші плюси - істотне зменшення ваги конструкції, що підсилюється і забезпечення її корозійної стійкості. Підсилений елемент набуває додатково до 120 % міцності на стиск і до 65 % міцності на згин. Підсилення колон і перекриттів, зміцнення мостів - варіанти застосування композитів на основі вуглецевого волокна в будівництві, здається, невичерпні. Для підвищення міцності стін будівель в сейсмонезбезпечних зонах можна застосовувати зовнішнє армування цегляної кладки промислових або складських будівель вуглеволокнистою тканиною. Це дозволяє проводити реконструкцію зі значно меншими витратами праці в порівнянні з традиційними способами і в більш стислі терміни. При цьому термін служби несучої конструкції збільшується в кілька разів [2].

Вуглецеве волокно має добрі теплоізоляційні властивості, що дозволяє, наприклад, зменшувати товщину залізобетонних стінових панелей при виготовленні за рахунок відмови від додаткового шару теплоізоляції.

Значною проблемою є корозія збірного залізобетону, яку викликає сталева арматура. При використанні сітки з вуглецевого волокна замість сталевих арматур результат виходить чудовим. Особливу увагу слід приділити вуглепластиковій арматурі, яка являє собою спеціалізований матеріал, який складається з двох складових. Це основа, у вигляді вуглецевого волокна, і друга складова - це термореактивних синтетична смола. Така вуглецева арматура виготовляється за допомогою методу пультрузії. При цьому виконується протяжка вуглецевих волокон вже заздалегідь просочених термореактивною смолою через формоутворюючу фільтр'єру, яка була попередньо нагріта [1].

Така арматура стійка до впливу корозії, кислотостійка і може випускатися в різних будівельних довжинах. Основним недоліком вуглецевого волокна, який необхідно прийняти до уваги, є його висока вартість у порівнянні з аналогами.

Цей матеріал незамінний при ремонті будівель і споруд. Завдяки йому десятки об'єктів отримали друге життя без «хірургічного втручання». Замість розбивання пустот в плитах і металевих кастетів на колонах - витончені, практично невидимі бандажі з вуглеволокна. Замість облицювання будівель масивними швелерами - легкі «пов'язки» з вуглеволокна. І все це - без зупинки виробництва і без відселення мешканців, з гарантовано довгим життям «вилікуваної» конструкції.

Список літератури

1. Интересно о стройматериалах: [Электронный ресурс]// Применение углеволокна (карбона) в строительстве.
URL: <http://instroymatrem.ru/primenenie-uglevolokna-karbona-v-stroitelstve/>
2. Журнал Professional: [Электронный ресурс]// Углеволокно — материал будущего для строительства и ремонта.
URL: <http://proftula.ru/articles/183/32829/>

ТЕХНОЛОГИЯ КОНТУРНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В начале двухтысячных годов сразу несколько независимых друг от друга групп ученых начали исследования в области применения технологии 3D печати в строительстве. Группе британских инженеров удалось создать уникальный цементный состав, позволяющий печатать изделия любых форм. Эта идея вызвала живой интерес ученых, особенно, профессора инженерии Бεροха Кошневиса (Behrokh Khoshnevis), из Южно-Калифорнийского университета. Он предложил использовать огромные машины для 3D-печати непосредственно на строительных площадках. На данный момент в патентное бюро США был направлен проект под названием Contour Crafting [1].

Contour Crafting [Контурное строительство] - инновационная технология в строительстве, позволяющая без ущерба для эксплуатационных качеств конечной продукции автоматизировать самый трудоемкий этап строительства - возведение несущих и ограждающих конструкций, и в потенциале прокладку инженерных сетей, отделочные работы. На основании данной технологии планируется собрать огромный принтер, который сможет печатать дома в сборе: не только несущие стены, но и проводку вместе с сантехникой. В данный момент эта технологий тестируется.

В основе системы Contour Crafting лежат все те же технологии трехмерной печати, реализованные в большом масштабе. С помощью своей "печатающей головки" Contour Crafting выстраивает стены здания, выкладывая слои быстрозастывающего бетона, так исключается необходимость в опалубке. Технология «постройки контура» основана на тех же принципах, что и бытовые 3D-принтеры: робот выдавливает вязкий бетон при одновременной трассировке вдоль распечатанной схемы стен. По мере перемещения сопла назад и вперед, постепенно выстраиваются слои при одновременном уплотнении нижних слоев, что позволяет им выдерживать увеличивающийся вес. Эта технология может создавать поверхности площадью в один квадратный фут (30,5 см) менее чем за 20 с. При такой скорости работы на строительство одной комнаты будет уходить меньше часа. Сначала, машина будет поэтапно выкладывать фундамент, стены, прокладывать провода и трубы и создавать сам каркас здания. Таким образом, менее чем за день можно будет построить весь дом.

Работает это следующим образом. На расчищенной и ровной поверхности рабочие укладывают две рельсы параллельно друг другу. Длина рельс немного больше чем длина будущего здания. Далее робот ставится на эти рельсы и управляемый компьютерной системой начинает свою работу. Конструкция робота похожа на козловой кран. На кран закреплена форсунка, которая постепенно подает бетон на поверхность и таким образом строит полые стены. а потом наполняет их более жидким бетоном. Но только этим дело не ограничивается, специальные приспособления позволяют системе выполнять монтаж трубопроводов для воды, газа, отопления и прокладывать электрическую проводку. Специальное оборудование даже может само положить полы или керамическую плитку в построенном здании. Дополнительные инструменты системы Contour Crafting позволяют произвести покраску внешних стен и уложить черепицу на крышу здания. Строителям же остается лишь контролировать процесс, а потом установить двери и окна, а также сделать отделку [2]. Главным преимуществом описанного способа строительства называется экономическая составляющая, позволяющая снизить расход строительных материалов на 30–60 % благодаря применению переработанных отходов. Также значительно уменьшается необходимое для выполнения основных работ время, которое с новой технологией может сократиться на 70 %. Соответственно, потребуется и в 1,5-2 раза меньше рабочей силы.

Contour Crafting в перспективе позволит удешевить строительство домов и сделать жилье более доступным для множества людей. Эту технологию можно будет использовать в районах, подверженных стихийным бедствиям, чтобы создавать временные убежища.

Список литературы

1. Контурное строительство: [Электронный ресурс] //URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Контурное_строительство
2. 3D-принтер для быстрого и дешёвого строительства домов: [Электронный ресурс] //URL: http://pikabu.ru/story/3dprinter_dlya_byistrego_i_deshyovogo_stroitelstva_domov_1224925

ДИНАМІЧНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Динамічний моніторинг - систематичний контроль динамічних характеристик будівельних конструкцій, здійснюваний з метою прийняття рішення щодо умов їх подальшої експлуатації.

Динамічний моніторинг є одним з видів неруйнівного контролю будівельних конструкцій. Візуально практично неможливо виявити пошкодження всередині елементів будівельних конструкцій, видно тільки зовнішні ознаки пошкоджень у вигляді мікро- і макротріщин, прогину або зсув елементів конструкцій. Динамічні випробування дозволяють виявити початок зародження дефектів в конструкціях або втрату стійкості, так як ці зміни супроводжуються змінами в динамічних властивостях конструкції.

Найпростіший спосіб динамічних випробувань можна представити у вигляді процедури з визначення резонансних (власних) частот конструкцій. Далі для кожної власної частоти коливань можна знайти форму деформації конструкції. Кожна форма деформації пов'язана з декрементом загасання коливань, який є мірою розсіювання енергії [1]. З виміряної динамічної поведінки, наведеної навколишнім середовищем або силовим впливом, можуть бути отримані динамічні характеристики (власні частоти, форми деформації, декремент логарифмічного загасання конструкції) і параметри системи (жорсткість, масу і матрицю демпфірування). Ці параметри використовуються потім для оцінки змін в технічному стані експлуатованих будівельних конструкцій.

Аналіз мод коливань є ефективним експериментальним методом визначення динамічних характеристик конструкцій на основі результатів вимірювань і аналізу вимушених механічних коливань. В результаті обробки даних, отримуємо інформацію, необхідну для визначення динамічних характеристик досліджуваної конструкції. Ці дані використовуються при моніторингу конструкцій. В результаті експлуатації в елементах будівельних конструкцій можуть виникати втомні деформації, мікротріщини в сполучних швах, які не призводять до змін геометричних розмірів виробу, але призводять до зміни динамічних характеристик конструкції. Аналіз цих змін дозволяє прогнозувати проведення регламентних робіт з технічного обслуговування. Цей метод ефективний в широкій області та використовується при дослідженні різного роду будівельних конструкцій.

Система моніторингу складається з базової станції, блоків збору сигналів з датчиків (деформації, акселерометри, переміщення, корозії, вологості і температури), кабельної мережі.

Датчики деформації являють собою клас вимірювальних перетворювачів, призначених для визначення параметрів механічної деформації конструкцій будівлі. У найпростішому випадку один датчик дозволяє отримати інформацію про один вид деформації на конкретній ділянці конструкції. Місця розміщення датчиків визначаються чисельним розрахунком напружено-деформованого стану конструкцій, при різному силовому впливі, в тому числі і сейсмічному. Датчик закріплюють на об'єкті моніторингу так, щоб його вимірювальна вісь була спрямована уздовж вимірюваних переміщень, наприклад, поперек контрольованої щілини в конструкції.

Кілька датчиків об'єднуються в групи і утворюють сенсорну мережу, мають власне джерело живлення і можуть передавати самостійно дані вимірювань по дротовому або бездротовому зв'язку на великі відстані. Ці дані, використовуються для автоматичної оцінки поточного стану будівельних конструкцій і в разі настання критичної ситуації, видається повідомлення у вигляді сигналу тривоги на пульт оператора. При виборі точок вимірювання і типу датчиків слід враховувати характер джерела коливань, інтенсивність і тривалість коливань, тривалість вимірювань, похибку вимірювань, в тому числі за рахунок перешкод природного та техногенного походження. Рекомендується одночасна трьохкомпонентна реєстрація коливань в кожній точці вимірювання.

Всі динамічні характеристики зберігаються в базі даних і порівнюються з наступними вимірами. Розбіжності свідчать про зародження пошкоджень в конструкціях.

Методика динамічного моніторингу повинна забезпечувати достовірність і повноту даних моніторингу для обґрунтованого висновку про зміни динамічних характеристик будівельних конструкцій, важливих для безпеки.

Список літератури

1. Коренев Б. Г., Рабинович И. М. Справочник по динамике сооружений / Б. Г. Коренев, И. М. Рабинович // М., 1972.

АНАЛІЗ І ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ СЕЙСМОСТІЙКОГО БУДІВНИЦТВА

Сейсмостійке будівництво - це будівництво, що здійснюється в районах схильних до землетрусів, з урахуванням дії на будівлі і споруди сейсмічних (інерційних) сил. Додаткові вимоги до об'єктів, що будуються в сейсмічних районах, встановлюються відповідними нормами (правилами). Інтенсивність землетрусів в різних країнах оцінюється по різних сейсмічних шкалах. За прийнятою в СРСР шкалою (ГОСТ 6249-52) небезпечними для будівель і споруд вважаються землетруси, інтенсивність яких досягає 7 балів і більше. У районах, де прогнозована максимальна інтенсивність землетрусів (сейсмічність, сейсмічна активність) не перевищує 6 балів, проведення спеціальних антисейсмічних заходів (при проектуванні і будівництві), як правило, не передбачається. Сейсмічність районів, схильних до землетрусів, визначається по картах сейсмічного районування ДБН В.1.1-12:2014. Для уточнення сейсмічності майданчика (ділянки) будівництва проводяться відповідні дослідження, будівництво в районах з сейсмічністю, що перевищує 9 балів, вельми не економічне. Тому в нормах вказівки обмежені районами 7-9-бальною сейсмічністю. Забезпечення повного збереження будівель під час землетрусів зазвичай вимагає великих витрат на антисейсмічні заходи, а в деяких випадках практично нездійсненне. Враховуючи, що землетруси (особливо сильні) відбуваються порівняно рідко, нормами допускається можливість пошкодження елементів конструкцій, що не представляє загрози для безпеки людей або збереження цінного устаткування.

Ступінь сейсмічної дії на будівлі (споруди) значною мірою залежить від ґрунтових умов. Найбільш сприятливими в сейсмічному відношенні вважаються міцні скельні ґрунти. Сильно вивірені або порушені геологічними процесами породи, просадочні ґрунти, райони осипання ґрунту, пливунів, гірських виробок - несприятливі, а іноді і непридатні в якості основи споруд; у тих випадках, коли будівництво все ж таки здійснюється в таких геологічних умовах, вдаються до підсилення основ і здійснюють додаткові заходи щодо сейсмосахисту споруд. Це призводить до значного здорожчання будівництва. Сейсмостійкість споруди забезпечується як вибором сприятливого в сейсмічному відношенні майданчика будівництва, так і розробкою найбільш раціональної конструктивної і планувальної схеми споруди, спеціальними конструктивними заходами, що підвищують міцність і монолітність несучих конструкцій, створюють можливість розвитку в конструктивних елементах і вузлах споруд пластичних деформацій, що значно збільшують опірність дії сейсмічним впливам. Велике значення для підвищення сейсмостійкості споруд має висока якість будівельних матеріалів і робіт.

Головні завдання сейсмостійкого будівництва:

Розуміти, що відбувається при взаємодії будівельних об'єктів з основою, що струшується. Передбачати наслідки можливих поштовхів. *Проектувати, зводити і підтримувати* в належному стані сейсмічні об'єкти.

Сейсмічне навантаження (seismic loading) є одним з основних понять в сейсмостійкому будівництві і теорії сейсмостійкості і означає додаток коливального збудження землетрусу до різних споруд. Величина сейсмічного навантаження в більшості випадків залежить від:

Інтенсивності, тривалості і частотних характеристик очікуваного землетрусу. *Геологічних умов* майданчика будівництва. *Динамічних параметрів* споруди.

Сейсмічне навантаження відбувається на поверхнях контакту споруди з ґрунтом, або з сусідньою спорудою, або з породженою землетрусом гравітаційною хвилею цунамі. Воно постійно випробовує сейсмостійкість споруди і іноді перевищує її можливість вистояти без руйнувань.

Аналіз сейсмостійкості ґрунтується на принципах динаміки споруд і антисейсмічного проектування. Протягом десятиліть, найпоширенішим методом аналізу сейсмостійкості був метод спектрів реакції, який отримав свій розвиток в даний час. Проте спектри реакції підходять лише для систем з однією мірою свободи. Використання покрокової інтеграції з тривимірними діаграмами сейсмостійкості виявляються ефективнішим методом для систем з багатьма мірами свободи і зі значною не лінійністю в умовах перехідного процесу кінематичного розгойдування.

Список літератури

1. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. –К: Мінрегіон України, 2014.
2. Современное состояние теории сейсмостойкости и сейсмостойкие сооружения М., 1973.

Р.О. ТИМЧЕНКО, С.О. ПОПОВ, доктори техн. наук, проф.,
Л.В. КАДОЛ, канд. техн. наук, доц., Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук,
Д.В. КОМАРОВ, студент, Криворізький національний університет

ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОТНИХ ОБ'ЄКТІВ В СТИСНУТИХ УМОВАХ ІСНУЮЧОЇ ЗАБУДОВИ

У даний час проблема будівництва в стиснутих умовах міської забудови стає все більш актуальною. Проблеми забезпечення надійного функціонування основ фундаментів і підземних частин висотних будівель займають особливе місце при їх проектуванні і будівництві.

Грунтова основа будь-якої споруди, у тому числі висотного будинку, є частиною не тільки самої споруди, але і природного геологічного середовища. Властивості основи володіють більшою динамікою і з меншою визначеністю піддаються кількісному опису, ніж властивості інших, штучно створюваних конструктивних елементів системи "основа - фундамент - надземна частина будівлі". Зазвичай основа, особливо природня, - найбільш гнучкий елемент зазначеної системи. Внаслідок цього і інших факторів безпосередньо взаємодіють з основою, фундаменти і конструкції підземної частини будівлі виявляються в загальному випадку найбільш навантаженими елементами конструктивної схеми, і, що важливо, зусилля в них визначаються з меншою вірогідністю, ніж в конструкціях надземної частини.

Проектування висотних об'єктів в існуючій забудові може призвести до неприпустимих деформацій основи. Це призводить до непридатної подальшої експлуатації поруч розташованих будинків. Однією з причин, що призводить до деформацій існуючої забудови, є передача додаткових навантажень на ґрунтову основу від ваги знову споруджуваного об'єкта, в результаті чого існуюча будівля може отримати ненормативні осідання і крен.

Як правило, до таких деформацій схильні будівлі висотою до п'яти поверхів при будівництві поруч з ними висотних об'єктів.

Одним з методів зміцнення ґрунтового масиву є метод "Геокмпозит". Цей метод заснований на керованому ін'єктуванні під тиском розрахункових обсягів, що твердіють, розчинів по спеціально розрахованій об'ємно-планувальній схемі.

Фрагменти ґрунтового масиву, укладені між включеннями, ущільнюються тиском ін'єктуємого розчину, отримуючи за рахунок ущільнення істотно-поліпшені механічні характеристики.

У радіусі 1,5-2,0 м. від ін'єктора розчин заповнює тріщини і порожнечі, тиском ущільнює пухкий ґрунт, діючи як внутримасивний домкрат, і формує у процесі твердіння жорсткий армуючий каркас, утворюючи включення цементного каменю.

Жорсткий каркас із затверділого розчину додатково зміцнює ущільнений ґрунтовий масив.

Посилений таким чином ґрунтовий масив є принципово новим техногенним утворенням, що володіє високим ступенем жорсткості і хаотичності.

За допомогою цього методу вирішуються: зміцнення основ аварійних будівель споруд та підготовка основ для нового будівництва; ущільнення насипних ґрунтів для житлового, промислового, дорожнього і інших видів будівництва; закріплення ґрунтів масивів з метою підвищення стійкості схилів; виправлення крену аварійних будівель; анкерне кріплення при посиленні шпунтових огорожень будівельних котлованів і підпірних стінок; закріплення ґрунтів масивів з метою підвищення стійкості схилів будівельних виробок; зміцнення ґрунтів основ споруджуваних житлових будинків в зоні карстонебезпечних проявів.

Застосування методу "Геокмпозит" для вирішення геотехнічних задач дозволяє отримати економічні переваги, такі як: низька собівартість проведення технологічних робіт при високій мобільності та ефективності, використання інертних матеріалів, що забезпечують екологічну чистоту методу, відсутність необхідності використовувати важке ударне устаткування, що викликає динамічні навантаження, можливість використання всередині приміщень аварійних і реконструйованих будівель і споруд легкого сучасного обладнання, яке дозволяє проводити зміцнення підстав практично в будь-яких приміщеннях без порушення стану і цілісності приміщення.

Цей надійний метод дозволить отримати економію на 30-50 % за трудовитратами, термінами, вартості порівняно з іншими традиційними методами.

Р.О. ТИМЧЕНКО, С.О. ПОПОВ, доктори техн. наук, проф.,
Л.В. КАДОЛ, канд. техн. наук, доц., Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук,
О.С. СУШКО, студент, Криворізький національний університет

РЕКОНСТРУКЦІЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД НА ПРОСІДНИХ ҐРУНТАХ

Темпи будівництва з кожним роком зростають. Територій, придатних для зведення будівель та споруд, стає все менше. Тому в умовах ефективного використання земельних ресурсів доцільно говорити про реконструкцію.

Більша частина території України складена просідними ґрунтами. Актуальною проблемою реконструкції при цьому є неврахування можливих змін властивостей ґрунтів за час їх багаторічної експлуатації. В цьому випадку роботи з реконструкції можуть лише погіршити існуючий стан будівлі, оскільки при збільшенні навантаження спостерігається поновлення процесу осідання. Реконструкція об'єкту на просідних ґрунтах може бути пов'язана з відсутністю сучасних інженерних вишукувань і, як наслідок, недоврахуванням можливих змін властивостей ґрунтів за час експлуатації будівлі. Тому поновлення процесу осідання з розвитком просідних деформацій неминуче, так як більшість рішень з реконструкції пов'язані зі збільшенням навантажень на фундамент та ґрунт основи.

Вибір технології посилення основ і фундаментів залежить від категорії стану будівлі, а також категорії ризику передбачуваних робіт з консервації, реставрації або реконструкції. Реконструкція може бути пов'язана зі збільшенням навантажень на існуючі фундаменти за рахунок надбудов, заміни конструкцій, зміни технології та ін. Основними при виборі технології посилення є фактори, пов'язані з конструктивними особливостями будівлі, станом ґрунту основи й технічною оснащеністю організацій, що здійснюють роботи.

При складних випадках реконструкції, як правило, використовують кілька технологічних прийомів. Так, наприклад, часткова традиційна перекладка фундаментів може виконуватися в комплексі з ін'єкційними технологіями.

При реконструкції будівель і споруд, коли істотно зростають навантаження на фундамент, рекомендується підсилювати фундамент. Серед способів підсилення виділяють: відновлення несучої здатності фундаменту; збільшення несучої здатності фундаменту; розвантаження конструкції фундаменту.

В основному при збільшенні навантажень використовують другий спосіб, що здійснюють шляхом збільшення площі опирання фундаменту. Так, для стрічкового фундаменту збільшують ширину підшови фундаменту. Таким чином, збільшення площі фундаменту разом із влаштуванням дренажу може бути єдиним рішенням даної проблеми.

Вплив перерахованих вище факторів (збільшення навантажень, замочування просідних ґрунтів) на стан фундаменту й ґрунту основи розглянуто на прикладі будівлі, що реконструюється.

Вибір методу підсилення і реконструкції фундаментів мілкового закладання (як стрічкових, так і стовпчастих) залежить від причин, що викликають необхідність такого підсилення, конструктивних особливостей існуючих фундаментів і ґрунтових умов майданчика.

У разі руйнування матеріалу фундаменту, недостатньої несучої здатності основи і необхідності часткового збільшення навантаження, застосовують підсилення фундаменту шляхом нагнітання цементного розчину в порожнини, заміни слабкої ділянки фундаменту, або влаштування бетонних або залізобетонних обойм без розширення або з розширенням підшови фундаменту.

Аналіз показує, що при обґрунтованому виборі й реалізації сучасних технологій посилення основ і фундаментів можна вирішувати проблеми реконструкції будь-якої складності. Розширення фундаменту при реконструкції будівлі зі збільшенням навантажень є ефективним способом зниження тиску на ґрунт під підшовою фундаменту, збільшення опору ґрунту й зменшення просідних деформацій. Особливу увагу слід приділяти результатам нових інженерно-геологічних вишукувань, адже неврахування властивостей ґрунтів є однією з головних причин погіршення стану будівлі, навіть після реконструкції.

Р.О. ТИМЧЕНКО, С.О. ПОПОВ, доктори техн. наук, проф.,
Л.В. КАДОЛ, канд. техн. наук, доц., Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук,
Є.В. ТІТУНІН, студент, Криворізький національний університет

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Тема енергозбереження в будівництві отримала розвиток у другій половині 70-х років минулого століття внаслідок усвідомлення необхідності економії енергоресурсів після світової енергетичної кризи 1974 року. В той час було реалізовано декілька проектів енергоефективних будівель, але впровадження енергозберігаючих технологій обмежувалося відсутністю відповідних будівельних норм і стандартів.

Етап розвитку енергоефективного будівництва пов'язаний з розробкою німецьким архітектором Вольфгангом Фейстом концепції "пасивного будинку" (Passivhaus) в середині 80-х років минулого століття. За задумом її творців, пасивний будинок повинен використовувати для опалення переважно внутрішні теплові ресурси. Для того, щоб досягти цього, необхідно максимально утилізувати тепло викидів і забезпечити мінімальні тепловитрати за рахунок ефективної теплоізоляції.

Об'єм будівництва з ефективним використанням енергії продовжує зростати, отримали розвиток у міжнародній практиці стандарти, правила і інші нормативні документи по проектуванню і оцінці енергоефективності таких будівель.

Енергоефективний будинок з низьким споживанням енергії або з нульовим споживанням енергії із стандартних джерел (Energy Efficient Building or Zero Energy Efficient Building) - це будівля, в якій ефективне використання енергоресурсів досягається за рахунок застосування інноваційних рішень, які можуть бути впроваджені технічно, економічно обгрунтовані, а також прийнятні з екологічної і соціальної точок зору і не змінюють звичного способу життя.

Для того щоб запропонувати діючі заходи по підвищенню ефективності використання енергії в будівлі необхідно грамотно скласти і розрахувати тепловий баланс будівлі і зробити оцінку його енергоефективності. Тепловий баланс включає в себе опалювальне навантаження будівлі, на яку впливають витрати тепла через огорожуючі конструкції, витрати тепла на підігрів повітря, що інфільтрується, витрати тепла на підігрів вентиляційного повітря, тепловиділення від сонячної радіації крізь світлові отвори та внутрішні побутові тепловиділення.

Практика показує, що 40 - 50 % всіх теплових витрат припадає на підігрів вентиляційного повітря, приблизно 20 - 30 % тепла витрачається через світлові отвори і лише 30% складають витрати тепла через зовнішні стіни, підлоги й покриття.

На фоні існуючої тенденції підвищення термічного опору вікон та зниження їх повітропроникності, що призводить до збільшення відносної вологості повітря до 70-80% при нормі в 50-55% та збільшення вмісту вуглекислого газу, постає питання про примусову подачу та витяжку повітря для підтримання необхідного повітрообміну.

До зовнішніх огорожуючих конструкцій ставлять в загальному випадку достатньо велику кількість вимог. Високий рівень теплозахисту в холодний період в умовах теплопередачі, близької до стаціонарного режиму, високий рівень теплотривкості в теплий та холодний періоди в умовах теплопередачі близької до періодичного режиму, низька енергоємність внутрішніх шарів при коливаннях теплового потоку всередині приміщення, висока ступінь повітропроникності, низька вологоємність.

Сучасні типові варіанти рішення стін також мають ряд істотних недоліків при використанні їх в енергоефективній будівлі.

Усі аспекти проектування втілити в одному будинку неможливо, але цього і не потрібно.

Основне завдання архітекторів - виявити основні показники, які будуть вигідні економічно і зроблять будівлю енергоефективною. Для цього потрібно працювати в команді з іншими фахівцями, проводити дослідження, аналізувати отримані матеріали і обирати такі способи підвищення енергоефективності (або їх сукупність), які будуть відповідати заданим параметрам (естетичним, екологічним, енергоефективним і т.п.).

Р.О. ТИМЧЕНКО, С.О. ПОПОВ, доктори техн. наук, проф.,
Л.В. КАДОЛ, канд. техн. наук, доц., Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук,
І.Д. ЗІНЧЕНКО, студент., Криворізький національний університет

ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА У ЗОНУВАННІ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Одним із завдань, розв'язуваних при функціональному зонуванні території, є вивчення техногенного впливу, що чиниться об'єктами міської інфраструктури на природний комплекс як всередині самого міста, так і відносно впливу на приміські території.

Прояви подібних дій надзвичайно різноманітні за характером, масштабами інтенсивності і часу існування. Вони можуть стосуватися лише окремих складових природного комплексу або ж, навпаки, позначатися на всіх його компонентах. Важливо відзначити, що при дії на один з компонентів природного комплексу відзначається ніби інертністю інших компонентів, що в дійсності пояснюється відносною стійкістю і резистентністю екосистем. Ці властивості визначаються багатьма параметрами, наприклад – біорізноманіттям, буферною здатністю ґрунтів, ємністю водоносних порід і т.і. Головною властивістю природного комплексу є здатність бути саме системою.

Одним з основних проявів техногенного впливу на природний комплекс є процес забруднення. У міських умовах він характерний практично для будь-яких видів техногенних впливів, має широке розповсюдження, протікає протягом всього часу освоєння і використання території і відображається на всіх складових природного комплексу.

Проте наслідком таких «приспособлень» є порушення природних умов території, зайнятої містом, глибока трансформація і зміна стану абсолютно всіх компонентів навколишнього середовища. Також інтенсивна і різноманітна господарська діяльність міст призвела до виникнення цілого ряду екологічних проблем, що, безумовно, є чинником, який негативно позначається на умовах проживання городян. Тому далі актуальним залишається питання визначення ступеня сприятливості зміненого діяльністю людини навколишнього середовища, тобто, проведення геоєкологічної оцінки міської території. Під геоєкологічною оцінкою, розуміється визначення ступеня придатності (сприятливості) природно-ландшафтних умов території для проживання людини і будь-якого виду господарської діяльності.

Геоєкологічна оцінка території містить аналіз якості навколишнього природного середовища та її зміни під впливом техногенних факторів, що передбачає визначення ступеня гостроти екологічних ситуацій. Таким чином, проведення екологічної оцінки території передбачає виявлення типових для неї екологічних проблем і просторових масштабів їх розповсюдження, а також визначення ступеня гостроти прояву на досліджуваній території як окремо існуючої екологічної проблеми, так і їх комплексного поєднання. Екологічні проблеми є безпосереднім результатом функціонування міст. Для отримання комплексної оцінки впливу факторів на стан навколишнього міського середовища необхідно вивчення взаємодії всіх факторів, їх впливу на здоров'я населення та умови функціонування об'єктів.

Запропонована методика проведення геоєкологічної оцінки стану території ґрунтується на синтезі наявних досліджень різних авторів в даній області. Оцінка проводиться із застосуванням таких методів, як картографічний, метод бальних оцінок, порівняльного аналізу. Геоєкологічна оцінка стану території здійснюється за алгоритмом. Основними критеріями для проведення геоєкологічної оцінки є: забруднення атмосферного повітря; забруднення ґрунтів; забруднення водних об'єктів; фізичне забруднення – шумове, електромагнітне, радіаційний стан рослинного покриву; стан геологічного середовища; зміна рельєфу, близькість підземних вод (підтоплення), зсувні процеси, ерозія, яроутворення; сельбишне навантаження; транспортне навантаження.

Такий підхід до еколого-функціонального зонування визначає пріоритет геоєкологічної складової. Задля комплексної геоєкологічної оцінки території при еколого-функціональному зонуванні потрібен більш широкий ряд вхідних даних, необхідно враховувати широкий спектр факторів, однак навіть на спрощеному рівні він має ряд переваг перед традиційним підходом при функціональному зонуванні.

Р.О. ТИМЧЕНКО, С.О. ПОПОВ, доктори техн. наук, проф.,
Л.В. КАДОЛ, канд. техн. наук, доц., Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук,
Р.В. КАЗНАДІЙ, студент, Криворізький національний університет

ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД У СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ

Будівництво будівель та споруд у сейсмічних районах йде в Україні постійно зростаючими темпами. Отже, забезпечення сейсмостійкості споруд має велике господарське значення. Зниження вартості антисейсмічних заходів з одночасним забезпеченням достатньої сейсмостійкості споруджуваних будівельних об'єктів є центральною проблемою будівництва в сейсмічних районах. Провідне значення у вирішенні цієї проблеми має розробка методики розрахунку висотних будівель на зовнішні сейсмічні впливи, що враховує реальну роботу споруди.

Проектування об'єктів у сейсмічно небезпечних районах на території України має виконуватись відповідно до рекомендацій ДБН-В.1.1-12-2006 “Будівництво в сейсмічних районах України”. У світовій практиці існує два принципово відмінних напрями в проектуванні каркасів будівель, що розраховані сприймати навантаження від сейсмічних впливів ґрунту основи. Перший з них передбачає підвищення жорсткості каркаса та сприйняття сейсмічних навантажень його несучими елементами та зв'язками. Другий – застосування “гнучких” розрахункових схем, які дозволяють зменшити значення інерційних сейсмічних навантажень на каркас за рахунок спеціальної конструкції фундаменту, який певним чином “гасить” коливання ґрунту. Також можливе влаштування шарнірного спирання колони на фундамент, що дозволяє уникнути значних згинальних моментів в опорах та спростити конструкцію фундаменту.

Сучасний розвиток систем автоматизованого проектування характеризується тенденціями інтегрування окремих програмних комплексів і автоматизованих систем. Численні інформаційні об'єднання таких систем, як ARCHICAD (автоматизовані системи архітектурного проектування), SCAD OFFICE (програмний комплекс для розрахунку і проектування конструкцій різного призначення), і багато інших свідчать про те, що інтеграція є пріоритетним напрямком сучасних технологій проектування. Швидкий же розвиток технічних платформ і операційних середовищ сучасних комп'ютерів обумовлює можливість застосування нових концепцій інтеграції. Разом з тим висока автоматизація проектних робіт і складність об'єктів, що проектуються, часто призводить до ситуації, коли фахівцю важко буває оцінити адекватність результатів, отриманих на основі розвинутого програмного забезпечення САПР.

Проектні рішення повинні забезпечувати найважливіші нормативні вимоги до висотних будинків як споруд, які відносяться до першого (підвищеного) рівня відповідальності. Висотна будівля, як фізично дуже велика споруда створює значне техногенне і антропогенне навантаження на міське середовище, особливо якщо вона розташовується в зоні існуючої забудови з розвинутою інженерною і транспортною інфраструктурами або на ділянці із складними інженерно-геологічними і гідрогеологічними умовами. Досвід показує, що взаємодія висотної споруди і існуючих будівель (осідання ґрунтового масиву під висотною спорудою, «барражний» ефект, вплив вібрації від швидкісних видів транспорту та ін.) може спостерігатися на відстані до 100 метрів і більше як в горизонтальному напрямі, так і на глибині ґрунтової основи. У зв'язку з цим нормативними вимогами передбачається виключно трьохстадійне проектування об'єкту з проведенням комплексної державної експертизи. Принципово новим елементом проектування є розробка в проектній документації окремим розділом проекту експлуатації будівлі на увесь життєвий цикл. Враховуючи технічну складність висотних будівель, нормами передбачено їх проектування організаціями, які мають спеціальну ліцензію.

Під час проектування споруд в сейсмічних районах потрібно використовувати конструкції та конструктивні схеми, що забезпечують найменші значення сейсмічних навантажень, передбачати конструктивні заходи, що забезпечують стійкість і геометричну незмінність конструкцій. Будь-які теоретичні припущення мають бути перевірені експериментально і лише після цього застосовуватися до конкретних споруд.

ОЦІНКА ХАРАКТЕРИСТИК ЖОРСТКОСТІ СКЛАДЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ БАЛКОВОГО ТИПУ З ДЕРЕВИНИ ВІБРАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

У будівництві широко використовуються складені конструкції, які утворюються шляхом поєднання двох чи більше шарів матеріалів. Доволі часто вони зустрічаються при реконструкції будівель і споруд, коли необхідно підсилити існуючі конструкції для збільшення їх несучої здатності або усунути дефекти, які утворилися в результаті експлуатації.

Значного поширення набули дерев'яні складені конструкції. Останні представляють собою тип конструкцій, які якісно відрізняються від конструкцій з інших будівельних матеріалів. Їх особливість полягає в тому, що механічні зв'язки, які з'єднують окремі шари, є податливими і ця обставина вносить певні складності в розрахунки таких конструкцій.

При проведенні розрахунків необхідно визначати коефіцієнт жорсткості шва, що з'єднує шари конструкції [1]. Його можна визначити лише експериментально, шляхом статичного навантаження натурної конструкції або її фрагментів на зсув, а також за допомогою випробування великорозмірних моделей, виготовлених з урахуванням геометричної і фізико-механічної подібності. Цей спосіб дуже трудомісткий, складно піддається реалізації і економічно неефективний [1,2]. Розробка простих і менш трудомістких способів визначення коефіцієнта жорсткості шва і, як наслідок, деформативності складених конструкцій є актуальним завданням.

В останні десятиліття почали інтенсивно розвиватися динамічні методи діагностики і оцінки якості будівельних конструкцій, які ґрунтуються на вібраційних технологіях.

В основі вібраційних методів контролю якості будівельних конструкцій лежить збудження в них власних або вимушених механічних поперечних чи поздовжніх коливань, вимір амплітудно-частотних характеристик коливального процесу і виявлення функціональних залежностей між контрольованими параметрами конструкцій і цими динамічними характеристиками [2,3].

Проведені, останнім часом, дослідження [3] дозволили розробити вібраційний спосіб контролю жорсткості балок, виготовлених з матеріалу, що володіє фізично нелінійними властивостями. Згідно цієї методики в шарнірно опертій конструкції, по її кінцях, за допомогою механічного удару або раптового зняття навантаження, збуджують власні поперечні коливання на основній частоті, або вимушені коливання на першій резонансній частоті і вимірюють частоти цих коливань.

Останні після перерахунку [3] дають змогу обчислити коефіцієнт жорсткості горизонтального шва складеної балочної конструкції.

Розглядуваний спосіб визначення жорсткості горизонтального шва складеної конструкції балкового типу дозволяє застосовувати його до довгомірних конструкцій, в тому числі, до конструкцій, що експлуатуються. Зниження трудомісткості реалізації способу досягається за рахунок заміни статистичного методу утворення зсувного навантаження у фрагменті балки на вібраційний, при якому збуджуються власні поперечні коливання по кінцях досліджуваної конструкції [3].

Запропонований спосіб динамічного навантаження конструкцій для контролю жорсткості горизонтального шва може використовуватися не тільки в лабораторних або заводських умовах при виготовленні будівельних конструкцій балкового типу, але і для балок, які експлуатуються.

Проведені експериментальні дослідження великорозмірних моделей [3] з задовільною точністю (6,0 %) підтвердили правильність теоретичних передумов, покладених в основу розглядуваного способу.

Список літератури

1. Сапожников П.В. Деформативность трещиностойкость контактной зоны многослойных бетонных железобетонных конструкций: дисс. ... кандидат технических наук. – Орел, 2002. – 198с.
2. Слюсарев Г.В. Развитие и применение неразрушающих методов и средств вибрационного контроля качества железобетонных конструкций [Текст] / Г.В. Слюсарев. Дисс. ... докт. техн. наук. – Т.1. – Орел, Сев.-Кавк. ГТУ; Орел: ГТУ, 2003. – 370с.

В. В. АФАНАСЬЄВ, канд. техн. наук, доц., Н.С. ЩЕНКО студент,
Я. Ю. ДЗЕВИЦЬКА студент, Криворізький національний університет

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ПНЕВМАТИЧНИЙ КЛАСИФІКАТОР ДЛЯ ФРАКЦІОНУВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО ПІСКУ

Вирішення проблем комплексного використання мінеральних ресурсів та створення безвідходних технологій потребують інтенсифікації пошуку нового устаткування для переробки розкривних порід та відходів підприємств. Важливим є удосконалення процесів поділу зернистих сумішей за крупністю, яке пов'язане з розширенням та конкретизацією галузі використання одержуваних продуктів. Однією з найбільших галузей народного господарства, де існує потреба в продуктах певного гранулометричного складу, є будівництво. Виробництво будівельних матеріалів (зокрема товарного щебеню і піску) з відходів гірничорудних підприємств дозволяє підвищити рентабельність розробки залізородних родовищ шляхом зниження собівартості видобутку руди та її збагачення.

Так відомо, що 60% відходів видобувної промисловості придатні для виробництва будівельних матеріалів.

Невирішеним залишається питання ефективної оптимізації гранулометричного складу пісків більшості природних родовищ України, що не відповідають існуючим вимогам ДСТУ за складом класу часток – 0.16 мм, котрий в окремих випадках досягає до 40%, а глинистих й інших забруднюючих домішок – до 10%.

Збагачення та розподіл на фракції будівельного піску дозволяє оптимізувати зерновий склад дрібних заповнювачів, що є однією із умов отримання якісних бетонних сумішей та будівельних розчинів з мінімальними витратами в'язучих речовин.

Однією з основних перешкод на шляху до ефективного та економічного покращення властивостей матеріалів розміром до 1 мм, а також раціонального поділу за вузькими класами крупності, є їх висока вологість у природному стані (наприклад, відходи каменедроблення у відвалах мають вологість до 5-7%).

Виникає необхідність або у попередньому сушінні матеріалів з витратою енергії до 540 ккал/кг для фазового перетворення води з послідовним сортуванням на грохотах чи пневматичних сепараторах, або в додатковому збільшенні вологості при витраті води до 15 м³ на м³ оброблювального матеріалу з послідовною класифікацією одним з гідравлічних методів та зневодненням кінцевих продуктів сортування.

Тому актуальним завданням є необхідність розробки нового устаткування для сортування дрібнозернистих будівельних матеріалів за крупністю з урахуванням сучасних вимог до енергозбереження та охорони навколишнього середовища.

Розкрито механізм взаємодії частинок будівельного піску з робочими органами пневматичних класифікаторів за умови цілеспрямованого використання керуемого потоку повітря при поєднанні методів поперечно-потокової та балістичної класифікації.

Вперше запропоновано математичну модель руху зерен вихідного матеріалу при подачі на робочій орган комбінованого поперечно-потокового пневматичного класифікатора з використанням робочого органу як генератора повітряного потоку та ротора – металника оброблювального матеріалу.

Обґрунтовано і практично вирішено задачу створення енергозберігаючих пневматичних класифікаторів з динамічно активними робочими органами для фракціонування будівельного піску.

Список літератури

1. Мизонов В.Е., Ушаков Е.Г. Аэродинамическая классификация порошков. М., Химия, 1989.
2. Пристрій для повітряної класифікації сипких матеріалів/вт. Афанасьєва В.В., Ломакін П.О., Жевлакова О.І. Патент №81129 України МПК (2009) В65G 2734, заявка №201214062, заявл., 10.12.2012, опубл. 25.06.2013. Бюл.№12.

**ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ
НА БЕЗОПАСНОСТЬ ВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ**

Основными причинами аварий являются дефекты строительных работ, применённых материалов, ошибки участников инвестиционно-строительного проекта. Существенны экономические потери дефектного строительства: до 5% затрат на жилищное строительство уходит на ликвидацию брака и около 3% – на преждевременный ремонт зданий в первые годы эксплуатации. Строительный контроль ведётся без использования количественных показателей, обоснования объёмов контроля и критических значений отклонений по условию безопасности конструкций. Поэтому малоинформативные результаты контроля не являются полноценной доказательной базой для оценки соответствия этапов работ и завершённого объекта установленным требованиям. Проблема состоит в несовершенстве научных основ, системного подхода, методов контроля и оценки качества возведения гражданских зданий с учётом уровня системы обеспечения качества строительства, точности технологических процессов и показателей безопасности. Анализ причин аварий показывает, около 60% аварий происходят из-за низкого качества работ и применённых материалов. В большинстве случаев аварии зданий связаны с грубыми ошибками при проектировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации, то есть с человеческим фактором.

Обеспечение качества и безопасности строительной продукции основано на выборе квалифицированных исполнителей, менеджменте качества, анализе безопасности и управлении технологическими процессами. Системное взаимодействие указанных элементов создает механизм обеспечения качества и безопасности в процессе строительства и является основой технического регулирования безопасности. Механизм обеспечения показателей безопасности, может быть реализован в результате: повышения уровня системы обеспечения качества исполнителей; контроля и оценки качества с учётом показателей безопасности; оценки вероятности отказа возводимых конструкций (технического риска); регулирования точности технологических процессов по результатам риск-ориентированного статистического контроля и оценки технического риска; разработки и внедрения соответствующих мероприятий по обеспечению качества и безопасности. На основе принятой концептуальной модели разработан комплексный показатель качества строительства, основанный на показателях надёжности строительного производства: по уровню системы обеспечения качества; по точности технологических процессов; по параметрам качества продукции. Уровень системы обеспечения качества (СОК) строительства зависит от возможностей исполнителей безошибочно выполнить работы по проектированию, изготовлению материалов, изделий и возведению здания, а также от эффективности функционирования системы строительного контроля и надзора, что может быть формализовано комплексным показателем определяемым экспертным методом. Качество выполнения процессов оценивается показателями точности, бездефектности и стабильности. Указанные показатели определяются по каждому контролируемому параметру качества и формируют систему единичных показателей, комплексируемых с учётом коэффициентов весомостей. Единичные показатели качества, характеризующие материал, геометрию, соединения элементов, группируются по видам конструкций или работ, далее – по этажам, зданиям. Определение весомости различных параметров и показателей осуществлялось следующими способами: ранжированием причин аварий, построением матрицы приоритетов; анализом чувствительности функций несущей способности и безопасности конструкций; нормировкой объёмов в физическом или стоимостном выражении. Новый метод позволяет системно оценить факторы, влияющие на качество, получить количественную оценку, наиболее чувствительную к снижению показателей безопасности. Достоверность квалиметрической модели подтверждается результатами конечно-элементного моделирования влияния дефектов, исследованиями построенных зданий после 6–7 лет их эксплуатации, а также проверкой достоверности частных показателей метода комплексной оценки.

Список литературы

1. Методы расчета конструкционной безопасности Абовского Н.П., Бондаренко В.М., Гениева Г.А.;
2. Проблемы качества и безопасности возводимых зданий G. Augusti, C. Cornell, A. Freudenthal.

Н.Н. ПОДДУБНЫЙ, инженер, ООО «Ротис Плюс»
С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет

РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ ТОРКРЕТ-СМЕСЕЙ BUDMIX KR

Исследование смесей BUDMIX KR осуществлялось в лабораториях ООО "РОТИС ПЛЮС", КНУ, ДП "Кривбасстандартметрология", УкрНИИпроммедицины МОЗУ, НИИБТГ и др. Испытывались образцы размером 100×100×100 мм по ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Испытания проведены в соответствии ДСТУ Б В.2.7-96-2000 "Смеси бетонные. Технические условия"; ДСТУ Б В.2.7-214: 2009 "Строительные материалы. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам"; ДСТУ Б В.2.7-114-2002 "Смеси бетонные. Методы испытаний".

Испытательная лаборатория строительной продукции ГП "Кривбасстандартметрология", аккредитованного Национальным агентством по аккредитации на соответствие ДСТУ ISO/IEC 17025:2006, на основании исследований смесей BUDMIX KR определила их радиометрические и прочностные характеристики. Результаты радиометрии - в Протоколе испытаний № 6358-X от 11.09.2013 г. испытательной лаборатории «ПРОД-ТЕСТ» на продукцию: БСС В 10.П1.F50.W2 (бетонная смесь сухая для набрызг-бетона), изготовленная ООО "РОТИС ПЛЮС". Испытания проведены в соответствии с ДБН В.1.4-1.01-97 "Система норм и правил снижения уровня ионизирующих излучений природных радионуклидов в строительстве. Регламентированные радиационные параметры. Допустимые уровни". Общее заключение лаборатории: испытанные образцы имеют суммарную удельную эффективную активность ПРН (природных радионуклидов), обусловленную радием-226, торием-232 и калием-40, на уровне $188,34 \text{ Бк} \times \text{кг}^{-1} \pm 30\%$. Согласно результатам смесь относится к I классу стройматериалов.

Комиссия ПАО «ЕВРАЗ СУХАЯ БАЛКА» провела испытания смесей № 2, № 4, № 6, поставленных ООО «РОТИС ПЛЮС», в условиях шахты. Смеси тремя составами по 500 кг нанесены установкой СБ-67 на стены главного квершлага гор. -1420, пройденного по амфиболитам с $f=16-18$. Смесь № 2 - за один проход нанесён слой, толщиной $\delta_{cp}=140$ мм; смесь № 4 - $\delta_{cp}=110$ мм; № 6 - $\delta_{cp}=300$ мм. Отскок не превышал 2%. Толщину нанесения можно увеличивать: материал не плывёт. Начало схватывания: смесь № 2-7 мин., №4 - 14 мин., № 6 - 45 мин. Прочность на сжатие ($\text{кгс}/\text{см}^2$) через 7 часов: № 2 - 50, № 4 - 30; через 24 часа: № 2 - 200, № 4 - 120, № 6-20; через 28 суток: № 2 - 500, № 4 - 350, № 6 - 150. **Выводы комиссии:** смеси № 2, № 4, № 6 - пригодны для использования в выработках ПАО «ЕВРАЗ СУХАЯ БАЛКА»

Согласно приказа № 958/1 ПАО «Кривбассжелезрудком» от 17. 07. 2013, специальная комиссия провела испытание торкретной смеси, поставленной ООО «РОТИС ПЛЮС», на «сбойке» между стволами шахт «Новая» и «Гвардейская» гор. -1430 м. Смесь в количестве 300 кг была нанесена на стены и свод установкой СБ-67 слоем 30-50 мм. Быстрота схватывания испытываемой смеси - 10 мин., «текхарда» - 15 мин. Потери за счет отскока испытываемой смеси по сравнению с «текхардом» - на 30% меньше. Выводы комиссии: Цементно-песчаная смесь - пригодна для использования в выработках ПАО «Кривбассжелезрудком».

Заключение государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы № 05.03.02-04 / 114181 от 2013 г.: по предоставленным заявителем образцам смеси BUDMIX KR соответствуют требованиям действующего санитарного законодательства Украины и могут быть использованы в заявленной сфере применения.

С учетом данных промиспытаний и заключения госсанэпидслужбы, НИИБТГ составил заключение экспертизы техдокументации смеси BUDMIX KR производства ООО «РОТИС ПЛЮС» на соответствие требованиям нормативных актов по охране труда и промышленной безопасности. Анализ технических параметров смеси показал: изготовление смеси соответствует требованиям ДСТУ Б В.2.7-96: 2000; в качестве составляющих смеси применяются компоненты, допущенные к использованию в строительстве; для нанесения набрызг-бетона используются установки, допущенные к эксплуатации в условиях железорудных предприятий. **Вывод экспертизы НИИБТГ:** сухая смесь для торкретирования производства ООО «РОТИС ПЛЮС» отвечает требованиям ДСТУ Б В.2.7-96 2000 Смеси бетонные и бетон. Технические условия (ГОСТ 7473-94), НПА ОП 1.2.90-1.02-71, и пригодна к применению в горных выработках.

Г.І. ТКАЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. С.О. ЖУКОВ, д-р. техн. наук, проф.
Криворізький національний університет

ФАКТОРНІ ТА ПАРАМЕТРИЧНІ ДЕТЕРМІНАТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ВІДВАЛІВ ТА СПОРУДЖЕНЬ НА НЕОДНОРІДНИХ СЛАБКИХ ОСНОВАХ

Коефіцієнт запасу стійкості $K_{ст}$ є поки єдиним із загальноприйнятих кількісних показників, що визначає ступінь стійкості породних масивів і можливість їх деформування. Якщо проаналізувати формулу, за якою обчислюється $K_{ст}$ і величини, які до неї входять, то можна виділити дві групи факторів: 1 – фактори, що впливають на величину утримуючих сил (чисельник $K_{ст}$); 2 – фактори, які впливають на величини зсувних сил (знаменник $K_{ст}$). Можна спрогнозувати й кількісно оцінити вплив додаткових умов і зміну параметрів, які визначають величину коефіцієнта запасу стійкості $K_{ст}$ та його зміну. До них належать: наявність, потужність і розташування водоносних горизонтів, зміни величини порового й гідростатичного тиску, неоднорідність фізико-механічних властивостей розкривних порід і ґрунтів основи. Усі ці параметри розглядаються нами як випадкові величини, що не дозволяє з точністю до одиниці передбачити вплив того або іншого фактора у майбутньому. Вони складають комплекс вихідних даних для розрахунків стійкості зовнішніх відвалів і прогнозування їх стійкого стану при відвалоутворенні.

Для виявлення кількісних зв'язків між встановленими факторами і стійкістю відвалів були проведені дослідження на імітаційній моделі «відвал - основа», метою яких є встановлення закономірностей зміни стійкості відвалів від фізико-механічних властивостей ґрунтів основи, її потужності, літологічного складу та рівня обводненості при різних умовах формування відвалів.

Аналіз умов зовнішнього відвалоутворення, схем деформування та методів розрахунків відвалів показав доцільність використання інженерно-геологічної схеми на слабкій основі великої потужності, яка враховує утворення валу випирання порід основи перед відвалом.

Потенційна поверхня сковзання в бортах відвалів має складну форму й описується кривими другого порядку, сплайнами, а на певних ділянках - кусково-лінійними функціями. Вибір конкретної форми поверхні сковзання зумовлюється урахуванням неоднорідності властивостей розкривних порід і ґрунтів основи, що дозволяє найточніше визначити положення найбільш слабкої поверхні сковзання, якій відповідає $K_{ст}$. У зв'язку з тим, що імітація спирається на реальні характеристики процесу відвалоутворення, використовуються наступні вихідні дані для визначення коефіцієнта запасу стійкості: 1) геометричні параметри відвалу: n – кількість ярусів відвалу, $n = 3$; h_i – висота i -го ярусу, $h_i = 10 \div 20$ м; α_{np} – кут природного укосу i -го ярусу, градус; B_i – ширина між'ярусних бERM, $B_i = 10 \div 60$ м; 2) геометричні параметри основи відвалу: l_i – кількість літологічних шарів основи, $l_i = 1 \div 5$; m_j – потужність слабких (водонасичених) шарів порід в основі, $m_j = 5 \div 20$ м; 3) фізико-механічні властивості порід відвалу й ґрунтів основи; 4) рівень ґрунтових вод водоносних горизонтів. Варійованими параметрами під час дослідження були фізико-механічні властивості порід відвалу в межах одного ярусу й ґрунтів основи в межах одного літологічного шару. Кожний з ярусів відсипається одним типом розкривних порід.

Для дослідження обрано схему трьохярусного відвалу неоднорідних порід. Кожний з ярусів відсипається одним типом порід. Обрані наступні варіанти поярусної відсипки порід:

Варіант 1: «скельна маса - змішані породи (у різних пропорціях) - скельна маса»;

Варіант 2: «скельна маса - глинисті (пухкі) породи - скельна маса»;

Варіант 3: «змішані породи - глинисті (пухкі) породи - скельна маса»;

Варіант 4: «глинисті (пухкі) породи - піщані - глинисті (пухкі) породи».

При вводі значень фізико-механічних властивостей порід відвалу й основи межі інтервалів задаються мінімальними й максимальними значеннями для зчеплення c_{min} , c_{max} , для густини γ_{min} , γ_{max} і кута внутрішнього тертя ρ_{min} , ρ_{max} . Також до параметрів, що визначають хід імітаційного експерименту, належать закони розподілу фізико-механічних властивостей порід відвалу та його основи, форма кривої сковзання (коло, парабола, еліпс, кусково-лінійна, сплайн), межі зміни ширини призми можливого зсуву - a , випору - d , початкова кількість варіантів генерації множин $S_{відв}$ і $S_{ос-N_0}$, а також похибка обчислень - ε .

УДК 628.5: 533.6

А.М. ГОЛЬШЕВ, д-р техн. наук, проф., Е.А. ФИЛОНОВА, ассистент,
Криворожский национальный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Выполнение различных технологических процессов сопровождается выделением в воздух рабочих помещений избыточной теплоты, влаги, пыли, газов и других вредных веществ. Сохранение содержания этих примесей в производственной атмосфере до предельно допустимых концентраций, устанавливаемых санитарными нормами, а также предотвращение распространения вредных выделений источника в воздухе рабочей зоны - это главная задача местной вытяжной вентиляции [1]. Задача газо- и пылеудаления решается кардинально применением автономных и централизованных систем местной вытяжной вентиляции с компенсацией удаляемого воздуха системами приточной вентиляции.

Автономные системы местной вытяжной вентиляции являются энергоемкими, требуют значительных капиталовложений и эксплуатационных затрат, характеризуются разбросанностью пылеулавливающих устройств, что при дефиците производственных площадей действующих предприятий является нецелесообразным. В настоящее время в промышленности все чаще стали применять централизованные системы аспирации, как правило, с разветвленной сетью воздухопроводов [2]. К сожалению, на практике часто сталкиваются с неудовлетворительной работой этих систем аспирации. Причины неудовлетворительной работы аспирационных систем разнообразны. Одной из них может быть не соответствие фактических параметров проектным, а также некачественное выполнение монтажа системы. Сеть разветвленных воздухопроводов по компоновке и устройству должна отвечать ряду технологических и эксплуатационных требований. Любое отклонение от проекта или некачественное его выполнение, особенно централизованных систем аспирации, приводит к поступлению вредных примесей от источников их образования в воздух рабочих помещений, а также к снижению эффективности и нарушению работы всей системы в целом и отдельных её элементов.

К причинам неудовлетворительной работы систем аспирации также относится разрегулирование сети воздухопроводов. В ряде случаев проведение технологического процесса требует присоединения дополнительных местных отсосов, что приводит к изменению производительности, как всей системы, так и отдельных ее вытяжных устройств. Поэтому, одним из главных вопросов при проектировании разветвленных систем аспирации является вопрос о степени их централизации, то есть возможность подключения такого количества дополнительных вытяжных устройств, которое не привело бы к существенным изменениям объемов аспирируемого воздуха от действующих местных отсосов. Существенным недостатком централизованных систем местной вытяжной вентиляции является опасность отложения пыли на внутренних поверхностях воздухопроводов и вентиляционного оборудования, которое приводит к увеличению потерь давления и снижению скорости воздушного потока, что интенсифицирует процесс отложения пыли. Еще одна причина интенсивного отложения пыли - аспирация паропылевых смесей, когда зарастание воздухопроводов происходит при любой скорости воздушного потока.

Совершенно не изучены нестационарные процессы при работе аспирационных систем - пуск и остановка системы, когда скорость в воздуховодах изменяется от нуля до проектных значений и наоборот. Интенсивность осаждения пыли в эти периоды значительна, так как вентилятор не обеспечивает необходимую скорость воздушного потока. Таким образом, для повышения эффективности работы аспирационных систем актуальными являются решения следующих вопросов: определение оптимальных объемов отсасываемого воздуха; применение укрытий, обеспечивающих надежную локализацию пыли при минимальных объемах аспирации и уносе материалов в аспирационную сеть; разработка мероприятий по повышению аэродинамической устойчивости систем; повышение надежности транспортирования пылевоздушных потоков, в том числе и при нестационарных режимах работы.

Список литературы

1. Логачев И.Н. Аэродинамические основы аспирации: Монография / И.Н. Логачев, К.И. Логачев // Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. – 659 с.
2. Русак О. Н. Охрана воздушной среды на деревообрабатывающих предприятиях / О.Н. Русак, В.В. Милохов, Ю.А. Яковлев, В.П. Щеголев // М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 240 с.

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., Ю.М. ТЮТЮНИК, студентка
Криворізький національний університет

ПРО МОТИВАЦІЮ В ОХОРОНІ ПРАЦІ ТА ПОСТАНОВКУ ЦІЛЕЙ У СФЕРІ ВИРОБНИЧОЇ БЕЗПЕКИ

Як мотивувати персонал до виконання вимог безпеки та активної праці, якщо підприємство відчуває дефіцит фінансових ресурсів? - Стати соціально відповідальною компанією.

Незважаючи на кризу, сьогодні в Україні є компанії, які отримують більш високі результати, ніж інші гравці ринку, завдяки ефективному управлінню ресурсами. Спробуємо з'ясувати як цього досягти в умовах економічної нестабільності та обмеженого фінансування.

Перш за все варто поговорити про бажання що-небудь міняти та вдосконалювати. Якщо є бажання, то є і мета. У сфері охорони праці це буде нульовий травматизм. Постановка цілей у системі управління виробничою безпекою надзвичайно потужний інструмент для досягнення основної мети – зниження рівня травматизму на виробництві. Однак слід визнати, що використовують його не всі спеціалісти з охорони праці.

Цілепокладання є вимогою стандарту OHSAS 18001:2007 «Системи менеджменту професійної безпеки і здоров'я», у п.4.3.3 якого зазначено, що організація повинна встановити, запровадити та підтримати документовані цілі у сфері професійної безпеки і здоров'я для відповідних функціональних структур і рівнів управління організації. Цілі мають бути вимірними, де це можливо, та узгодженими з політикою у сфері професійної безпеки і здоров'я. При постановці цілей організація має враховувати законодавчі вимоги, ризики, технологічні можливості, думки зацікавлених сторін тощо. Також вона повинна встановити, запровадити та підтримувати програму для досягнення своїх цілей, у якій має бути визначена відповідальність, повноваження, засоби та строки для досягнення цілей. Програма повинна регулярно аналізувати та користуватися.

Цілі повинні відповідати п'яти критеріям:

конкретність - при визначенні цілей необхідно з'ясувати, яку мету поставлено перед підприємством: досягти конкретних показників у знизенні рівня травматизму;

вимірність - формулюючи цілі, слід визначити, у чому вимірюється результат - у кількісних чи якісних показниках;

досяжність - критерій пояснює, за рахунок чого будуть досягнуті цілі.

Чи володіє підприємство потрібними ресурсами для досягнення бажаного результату?;

актуальність - при постановці цілей потрібно з'ясувати, що дасть підприємству досягнення даної мети? Чи справді це необхідно?;

обмеженість у часі – визначте проміжок часу, на який би ви хотіли поставити цілі.

Варто пам'ятати, що людина не об'єкт охорони у процесі праці, а невід'ємна складова безпечного виробництва безпечних технологій.

Щоб трудовий потенціал підприємства був його ресурсом, а не сировиною, потрібна правильна мотивація персоналу, спрямована на реалізацію загальних цілей, таких як прибуток або безпека.

Якщо розглядати мотивацію як вплив на працівників з метою направити та інтенсифікувати їхні ідеї в інтересах організації, то можна виділити чотири методи впливу, що переслідують різні цілі.

Метод примусу - знайти і покарати винного, метод винагороди - підтримати зацікавленість у результатах, метод солідарності(ототожнення) - ототожнювати працівника з компанією, метод пристосування - надати можливість працівникам впливати на цілі компанії, пристосовуючи їх до своїх цілей.

Але що ж робити, щоб мотивація досягла мети? На це запитання відповів у своїй ієрархії людських потреб Абрахам Маслоу, який розділив потреби в порядку зростання, оскільки людина не може мати бажань більш високого рівня, доки повністю не задовольнить свої фізіологічні потреби, потреби в безпеці, соціальні потреби, потреба в повазі та самоповазі, потреба в самореалізації.

Цією ієрархією і слід керуватися при виборі методу мотивації.

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., Д.П. ЗАКІНА, аспірант
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НА ГІРНИЧОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ КРИВБАСУ

Сучасна технологія підземного та відкритого видобутку, переробки залізної руди, виробництва металу неминуче пов'язана з забрудненням повітря робочої зони шкідливими речовинами, наявності на робочих місцях шумо- та вібронебезпечного виробничого обладнання, низьким рівнем механізації та автоматизації виробництва.

Тому, згідно даних оперативних інформацій за результатами проведення періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці за 2011-2012 рр. по місту Кривому Рогу в шкідливих умовах праці на промислових підприємствах Кривбасу працює 62 тисячі робітників, з них більше 13 тисяч жінок, що складає 46 % від загальної кількості працюючих на промислових підприємствах міста.

Зокрема, в умовах підвищеної запиленості працює 22-23 % , підвищених рівнів шуму - 25-27 % , вібрації - 7 % , в умовах несприятливого мікроклімату – 12,4 % , перевищень хімічних речовин - 7-8 % , важкості та напруженості трудового процесу- 22-23 %.

Крім того, простежується комбінований вплив вищевказаних виробничих факторів, що посилює їх шкідливі властивості. У середньому на промислових підприємствах міста кожний робітник працює в умовах перевищень не менш як трьох різних факторів виробничого середовища та трудового процесу.

Із них 1813 професійних захворювань, тобто 53,0 % виявлено при проведенні періодичних медичних оглядів, тобто при наданні обов'язкових спеціалізованих профпатологічних медичних послуг регламентованих Законом України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2695 - XII (із змінами).

1625 професійних захворювань тобто 47,0 % виявлено при їх самозверненні у заклади охорони здоров'я міста, згідно Постанови Кабінету Міністрів України «Деякі питання розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві», від 30.11.2011 р. №1232.

Ці дані свідчать, що якість проведення періодичних медичних оглядів працівникам, зайнятим у шкідливих (3 клас) та небезпечних (4 клас) умовах праці, які викликають професійні захворювання за останні шість років дуже низька.

Проведений статистичний аналіз стану промислової безпеки за період 2007-2014 рр. свідчить, що в Україні триває стійка тенденція зниження рівня смертельного і загального травматизму, в той час як рівень професійної захворюваності продовжує зростати, причому відзначається значне ускладнення первинно виявленої патології та переваги виражених важких форм професійних захворювань.

Успішне вирішення питань профілактики професійних захворювань значною мірою залежить від злагодженої роботи усіх ланок - від роботодавця до лікувально-профілактичних закладів, закладів держсанепідслужби та наукових установ.

Також: проведення лікування: амбулаторного, стаціонарного, санаторно-курортного кожного хворого працівника; проведення диспансерного нагляду та медичної реабілітації кожного хворого працівника; раціональне працевлаштування кожного працівника за станом здоров'я; оздоровлення хворих працівників у санаторіях-профілакторіях та будинках відпочинку; дієтичне харчування працівників хворих на хронічні захворювання, проведення попередніх та періодичних медичних оглядів робочих шкідливих професій, які направлені на раннє виявлення загальної, парапрофесійної, професійної патології.

Розробка та запровадження заходів щодо оздоровлення умов праці і профілактики захворювань працівників має бути ключовим етапом у реалізації пріоритетних напрямків державної політики в галузі гігієни праці та соціального захисту працюючого населення.

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., Д.П. ЗАКІНА, аспірант
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ ЗАРУБІЖНИХ КРАЇН

Кількість нещасних випадків та професійної захворюваності є основним компонентом, який показує ефективність функціонування системи управління охороною праці на виробництві. В основі підходу до визначення цілей модернізації системи управління охороною праці в промислово розвинених країнах лежить розуміння того, що жодне підприємство не може обмежуватися турботою про виробництво товарів або послуг, не турбуючись про умови безпеки праці, здоров'я і благополуччя своїх працівників. І це відбувається не тільки через гуманні міркування, але також через розуміння прямого або непрямого впливу умов праці на ефективне функціонування працівників.

Державна політика в галузі промислової безпеки здійснюється на основі відповідних законодавчих актів, виконання вимог яких контролюється компетентними органами. Нагляд держави за безпекою виробництва здійснюється практично в усіх країнах світу, і навіть у тих, які сьогодні перебувають на етапі розвитку. Правда, вирішується це завдання у кожній країні по-різному.

Так, у Європі все починалось 150 років тому - там система нагляду сформувалася в результаті довгої та жорсткої боротьби профспілок з роботодавцями за досить незначної участі держави. Саме тому багато європейських систем нагляду за охороною праці є дуже складними й громіздкими, а держава не завжди відіграє ключову роль у цьому процесі. Індивідуальність кожної з систем робить їх непридатними для копіювання в іншій країні. Проте досвід їх роботи дуже цікавий, і, можливо, деякі елементи можна використовувати і в українських умовах.

Законодавство у Великобританії вимагає, щоб роботодавці мали в розпорядженні відповідні заходи для управління і контролю безпеки та охорони праці на підприємстві. Для досягнення цих вимог роботодавці повинні мати ефективну систему управління охороною праці та безпеки, яка чітко визначена і точно задокументована.

У Франції професійна техніка безпеки перебуває головним чином у сфері відповідальності Міністерства з питань праці, соціальних відносин, сім'ї, солідарності та розвитку міст.

Система управління охороною праці на робочому місці має подвійну структуру в Німеччині. Вона включає в себе державну безпеку і забезпечення здоров'я і страхування від нещасних випадків незалежно діючих установ.

В Австрії, безпека та охорона праці розуміється як захист життів і здоров'я працівників на робочому місці. Основна ідея цієї концепції полягає в захисті фізичних осіб, які перебувають в ситуації, в якій вони фінансово залежать від свого роботодавця.

Фінська система для безпеки та охорони праці на робочому місці була створена, як частина європейської інформаційної системи безпеки та охорони праці, у тому числі і національний координаційний центр в кожній державі-члені ЄС.

Національний координаційний центр у Фінляндії координує і управляє національною системою управління охороною праці.

У Польщі основний законодавчий акт, який передбачає право на безпечні та здорові умови праці, є конституція республіки Польща. Спосіб здійснення цього права встановлено законом, а саме, Трудовим кодексом.

Однією з серйозних проблем в системах управління охороною праці промислових підприємств України є те, що вона в більшості випадків побудована на принципах «коригувальних дій», тобто реагування на небезпечні, випадки що вже трапилися, а не на принципах «запобіжних дій», тобто їх профілактики, що не дозволяє визначити найбільш важливі і першорядні профілактичні роботи з охорони праці і направляти на них в першочерговому порядку матеріальні та фінансові ресурси.

У результаті продовжують виникати нещасні випадки та небезпечні ситуації, що призводять до людських, матеріальних і фінансових втрат. Тому методи, які вживають Великобританія, Франція, Фінляндія і багато інших економічно розвинених країн для оптимізації управління охороною праці актуально на сьогодні і для нашої країни.

В.Ю. ТИЩУК, д-р техн. наук, доц., Криворізький металургійний інститут
Т.А. КРИВЕНКО, викладач, Л.І. БІЗЮК, завідувач відділення, Криворізький гірничий коледж

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯ РОБОЧИХ ЗОН НА КОКСОХІМІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ВІД ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

Коксохімічна промисловість є однією з основних підгалузей гірничо-металургійного комплексу України і призначена для забезпечення доменного виробництва необхідною кількістю коксу, а також великою кількістю продукції для хімічної галузі, кольорової металургії та інших підприємств. Коксохімічне виробництво є джерелом інтенсивного забруднення повітря робочих зон та оточуючого середовища шкідливими викидами, які нараховують десятки найменувань.

Встановлено, що найбільш значні неорганізовані викиди в атмосферу відбуваються при транспортуванні розжареного коксу та в подальшому на установках гасіння коксу. При цьому в парогазовій фазі в найбільшій мірі присутні наступні шкідливі речовини: пил, CO, CO₂, SO₂, SO₃, N_xO_y, HCN, C_nH_m, бензол, фенол. На сьогодні існує ряд розробок по нейтралізації і знешкодженню деяких з цих викидів. Проте, частина з них застаріли, недостатньо ефективні, а ряд нейтралізуючих засобів, в силу різних причин економічного і технічного характеру, зникли з ринку пилогазоподавляючих послуг.

В зв'язку з цим, розробка нових напрямків і засобів нейтралізації шкідливих викидів в коксохімічній промисловості є актуальною науковою і технічною задачею, яка пов'язана з виконанням програм по покращенню стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, а також підвищенню якості життя населення.

Звичайно складно забезпечити ефективну нейтралізацію всіх наявних шкідливих викидів. Тому доцільно забезпечити нейтралізацію шкідливого газу оксиду вуглецю, який в найбільшій мірі присутній в викидах і найбільш складно піддається нейтралізації. Вирішення цього питання дозволить нейтралізувати додатково інші гази, які попутно здатні трансформуватися в менш шкідливі гази. Раніше виконаними нашими дослідженнями встановлено, що ефективним газо-нейтралізуючим розчином є вуглелужний реагент. Результати показали, що питома сорбція оксиду вуглецю вуглелужним реагентом складає 9 мг/г. Аналітичні дослідження свідчать, що даний реагент потенційно може бути каталізатором для уловлювання інших шкідливих речовин в парогазовій фазі. Тому в якості сорбенту у водяний розчин для гасіння коксу доцільно додавати вуглелужний реагент, що дозволить захистити повітря робочих зон від газів на коксохімічних виробництвах.

Для розширення асортименту газоподавляючих речовин і зниження вартості засобів по нейтралізації шкідливих газів, в даній роботі наведено перспективу використання для уловлювання оксиду вуглецю зелених глин, які є розкривними породами в кар'єрах.

Склад зеленої глини містить магній, кальцій, поташ, марганець, фосфор, цинк, алюміній, залізо, мідь, кобальт, молібден і включає близько 50% діоксиду кремнію, 13% алюмінію і 15% інших мінералів: срібла, міді, золота, важких металів. Взагалі головні хімічні компоненти глин це SiO₂ (30-70 %), Al₂O₃ (10-40 %), H₂O (5-10 %), крім того присутні Fe₂O₃ (FeO), TiO₂, CaO, MgO, K₂O, Na₂O, CO₂. Технологічна доцільність використання зелених глин обумовлена їх фізико-хімічними характеристиками. У мікроскопічному вимірі глини представлені об'єднанням часток з розмірами меншими 2 мм, що заряджені переважно негативно. Проте, за результатами досліджень інших авторів на поверхні цих часток можуть співіснувати як негативні так і позитивні заряди. За даними зарубіжних авторів негативні заряди розташовані переважно на поверхні глинистих часток, а позитивні на їх ребрах. Таким чином глини можуть виконувати роль як катіонообмінників так і аніонообмінників і тому вони можуть виступати каталізаторами реакцій при газоуловлюванні. Попередні наші дослідження свідчать, що питома сорбція оксиду вуглецю на глинах становить 8-12 мг/г. Наведені результати досліджень свідчать про перспективу використання зелених глин для нейтралізації шкідливих газів.

В.Ю. ТИЩУК, д-р техн. наук, доц.,

Н.Г. РАДЬКО, ст. викладач, В.О. ІЛЬКЕВИЧ, студент, Криворізький металургійний інститут

Т.А. КРИВЕНКО, викладач, Криворізький гірничий коледж

СТАН І ЗАСОБИ ПОКРАЩЕННЯ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИХ УМОВ ПРАЦІ В КОНВЕРТОРНИХ ЦЕХАХ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Конверторне виробництво характеризується високою інтенсивністю забруднення повітря робочих зон пилом і шкідливими газами – оксидом вуглецю, діоксидом сірки, оксидами азоту, оксидами марганцю та важкими металами і є джерелом теплових виділень. Технологічний процес виплавки сталі включає: продування металу киснем, проміжним викачуванням шлаку, підігрівання металу, корегування його хімічного складу, продування металу нейтральними газом. Всі ці процеси супроводжуються великим пилогазовиділенням. Об'єм конверторних газів, які утворюються в процесі плавки, має циклічний характер і визначається швидкістю вигорання вуглецю і умовами продувки металу киснем. За даними практики кількість конверторних газів, які виходять з горловини конвертора, складає 70-90 м³ на 1 т сталі. В процесі кисневої продувки чавуну з конвертора поряд з газами, що відходять, виноситься 1,5-2,0 % пилу від маси залитого чавуну. Концентрація пилу в газі, по ходу продувки, змінюється в діапазоні від 20 г/м³ до 250 г/м³ і залежить від багатьох чинників: системи відведення і охолодження газу, режиму кисневої продувки, якості, гранулометричного складу, вологості вапна і інших сипких матеріалів, які подаються в конвертор по ходу продувки.

Для мікроклімату конверторних цехів у теплу пору року характерна підвищена температура повітря на робочих місцях, яка перевищує на 7-10 °С нормальну і досягає 35-40 °С. Це викликано тим, що температура конверторних газів на виході з горловини конвертора по ходу кисневої продувки увесь час підвищується. На початку продувки вона становить 1250-1300 °С, а в кінці – 1600-1700 °С. Негативний вплив на працівників конверторних цехів чинять шум, вібрація, інфрачервоне і електромагнітне випромінювання. Мають місце наступні види шумів: механічний (виникає у результаті руху окремих вузлів машин); аеродинамічний (при витіканні стисненого повітря, газів); гідродинамічний (виникає внаслідок стаціонарних і нестаціонарних процесів у рідинах); електромагнітний (виникає в електричних машинах, установках). Рівень шуму в цехах часто перевищує норму у 80 дБ. Джерела вібрації – технологічні процеси, установки, механізми машин. Причини вібрації – зворотно-поступальний рух системи, неврівноважені обертові маси, удари деталей. Присутні небезпечні резонансні коливанням, частота яких збігається із частотою окремих органів тіла (3÷10 Гц і більше). У конверторному відділенні спостерігається підвищене інфрачервоне випромінювання від розплавленого металу інтенсивністю більше 1000 Вт/м², що перевищує норми гранично допустимого випромінювання, яке становить 140 Вт/м². Інфрачервоне випромінювання чинить на організм людини в основному тепловий вплив. Довгохвильове інфрачервоне випромінювання поглинається в епідермісі, а видимі та близькі до видимих випромінювання поглинаються кров'ю в шарах дерми й підшкірної жирової клітковини. Це викликає опіки у працюючих, а також ураження органів зору. У конверторних цехах є джерела електромагнітного випромінювання. В результаті його дії відбувається порушення фізіологічних функцій організму, насамперед нервової системи, а також структур кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи. Наведені негативні фактори в конверторних цехах приводять до погіршення санітарно-гігієнічних умов праці робітників і сприяють їх захворюванням. В зв'язку з цим, покращення санітарно-гігієнічних умов праці в конверторних цехах металургійних підприємств є актуальною науковою і технічною задачею.

Зниження негативного впливу температури та шкідливих речовин на сталеварів забезпечується припливно-витяжною вентиляцією, кратність якої повинна становити не менше трьох. Для зниження впливу шуму та вібрації застосовують звукоізолюючі кожухи та антивібратори. Засоби індивідуального захисту від інфрачервоного випромінювання - спецодяг, спецвзуття, кольорові окуляри, екранування джерел. Захист від електромагнітного випромінювання включає використання відбиваючих екранів і засобів індивідуального захисту (комбінезонів із металізованої тканини, з виводом на заземлюючий пристрій) і захисні окуляри для очей. Використання наведених захисних засобів покращить санітарні умови праці сталеварів.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ ВЫТЯЖНОГО ЗОНТА

Удалению веществ, загрязняющих воздух на машиностроительных предприятиях, уделяется особое внимание вследствие их большого разнообразия и вредного действия, оказываемого на рабочий персонал. Наиболее эффективным средством борьбы с этими загрязнениями является местная вытяжная вентиляция. По изолированности от окружающего пространства местные отсосы делятся на полностью закрытые, полукрытые и открытые. Полностью закрытые местные отсосы хоть и являются самыми экономичными, их использование часто невозможно из-за особенностей технологических процессов. Поэтому большее распространение получили устройства полукрытого и особенно открытого типа.

Вытяжные зонты относятся к местным отсосам открытого типа, отличаются простотой конструкции и обычно устанавливаются над источником тепловыделений и других вредных веществ, выделяющихся вместе с теплотой. Но вытяжные устройства такого типа обладают и недостатком - между источником вредного выделения и зонтом существует свободное пространство, не защищенное от действия воздушных потоков производственного помещения. Подвижность воздуха в помещении выше 0,4 м/с может существенно нарушить работу зонта.

Вытяжные зонты широко используются на машиностроительных предприятиях долгое время, что позволило накопить существенный опыт их использования и выработать рекомендации по их конструированию и расчету. Так, для создания равномерного поля скоростей в приемном отверстии зонта, угол при его вершине в отечественной практике рекомендуется принимать не более 60° [1-3]. За рубежом в разных источниках величину этого угла рекомендуют принимать от 45° до 110° [4].

Для борьбы с негативным влиянием высокой подвижности воздуха в помещении и повышения эффективности улавливания вредных выделений разработан целый ряд вариантов оптимизации конструкции вытяжного зонта. Внутри зонта предлагается установить коническую вставку [1,2,4], вставку с профилированной поверхностью [5] или направляющие пластины в его приемном отверстии [6]. Также предлагается снабжать зонты откидными фартуками с одной, двух или трех сторон [3] или кольцевыми экранами в его приемном отверстии [1]. В некоторых случаях возможно устраивать активированные, или модулированные зонты, которые совмещают в себе подачу свежего и удаление загрязненного воздуха [2,7]. При использовании усовершенствованных конструкций зонтов можно получить более равномерное поле скоростей в приемном отверстии, увеличить устойчивость конвективной струи над источником по отношению к неорганизованным потокам в помещении, снизить объем удаляемого воздуха. Это, в свою очередь, позволит экономить энергоресурсы при работе систем местной вытяжной вентиляции.

Вместе с тем, в указанных источниках не приводятся конкретные данные по эффективности приведенных выше способов оптимизации конструкции вытяжных зонтов. Поэтому оценить эффект от их использования можно будет при сооружении систем вентиляции с усовершенствованными конструкциями вытяжных зонтов. Проведенный анализ показывает необходимость дальнейших исследований влияния конструкции вытяжных зонтов на эффективность их работы.

Список литературы

1. Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование / С.В. Белов, А.Ф. Козняков, О.Ф. Партолин, И.Е. Переждчиков и др.; под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.
2. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции / В.В. Батурин. – М.: Профиздат, 1990. – 448 с.
3. Богословский В.Н. Внутренние санитарно-гигиенические устройства. В 2-х ч. Под ред. И.Г. Старовойта. Изд. 2-е, перераб. и доп. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Богословский В.Н., Шепелев И.А., Эльтерман В.М. – М., Стройиздат, 1977. – 502 с.
4. Cory W.T.W. Fans & Ventilation. – Elsevier in association with Roles & Associates Ltd., 2005. – 457 p.
5. Пат. 40942 Україна, МПК F24F 7/00. Місцевий смок / Черноус О.В., Жуковська З.С.; власник Державний університет «Львівська політехніка». - № 2000116750; заявка 28.11.2000; опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7.
6. Пат. 41205 Україна, МПК F24F 7/00. Зонт / Крикавський С.В., Жуковська З.С.; власник Державний університет «Львівська політехніка». - № 2001042137; заявка 02.04.200; опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7.
7. Goodfellow Howard, Tahti Esko. Industrial Ventilation. Design Guidebook. Academic Press, 2001. — 1519 p.

О.І. ПОВЗУН, канд. техн. наук, доц., О.С. ПАРФЕНЮК, д-р техн. наук, проф.,
С.О. ВІРИЧ, канд. техн. наук, доц., ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
С.В. КОНОНИХІН, канд. техн. наук, доц.,
Красноармійський індустріальний інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
В.Г. СМОЛЯГА, аспірант, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ЗСУВОСТІЙКОСТІ ГОРІЛОПОРОДНИХ ОСНОВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРІПЛЕННЯМ МОДИФІКОВАНИМ В'ЯЖУЧИМ

Основний параметр, за яким оцінюється фактичний транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг, - це міцність дорожньої конструкції, яку наразі прийнято оцінювати за еквівалентним (фактичним) модулем пружності, який обчислюють через значення максимального прогину конструкції при прикладенні навантаження [1],[2].

Сучасні дослідження зміни міцності конструкції дорожнього одягу залежно від часу експлуатації доводять, що модель її деградації після тривалого періоду має тенденцію стрімкого погіршення [3].

Передчасне руйнування доріг найчастіше пов'язане з недостатньою жорсткістю та зсувостійкістю їх основи: навесні та восени утворюються тріщини в асфальтобетонному покритті, а влітку під час різкого зниження жорсткості - просадки через підвищення напружень зсуву у підстильних шарах.

Дорожні одяги з основами зі щебню або гравію мають значні прогини, особливо навесні, що на дорогах з інтенсивним рухом автомобілів великого навантаження призводить до підвищення розтягувальних навантажень у нижній частині шару покриття і передчасному втомленому руйнуванню асфальтобетону.

Застосування в основах горілопородних сумішей, укріплених органічною в'язучою речовиною, дозволить одержати «монолітну плиту», яка працюватиме у пружній стадії навіть за зниження несучої здатності підстильного шару або ґрунту земляного полотна.

Одним зі шляхів розв'язання проблеми економії дефіцитних і дорогих природних кам'яних матеріалів є використання місцевих матеріалів та відходів промисловості.

Для вуглевидобувних районів таким відходом можуть бути горілі породи шахтних териконів.

У роботі [4] показано доцільність укріплення горілих порід шахтних териконів кам'яновугільним в'язучим, модифікованим відходами виробництва полістиролу (полістирольним пилом), для влаштування основ дорожніх одягів.

Вивчення структуроутворення в таких в'язучих доводить, що для їх виробництва як середовище, що модифікується, доцільно приймати кам'яновугільні дьогті з умовною в'язкістю $C_{50}^{10} = 10 - 30$ с.

Раціональний вміст полімеру в таких модифікованих кам'яновугільних в'язучих має бути 0,5-2,0 % за масою.

Зі зниженням умовної в'язкості вихідного кам'яновугільного середовища та з підвищенням концентрації відходів полістиролу в ньому коефіцієнти температурочутливості бетонів на еквів'язких ($C_{50}^{10} = 50$ с) модифікованих полістиролом кам'яновугільних в'язучих суттєво зменшуються.

Список літератури

1. Потапова Л.Б. Механика материалов при сложном напряженном состоянии. Как прогнозируют предельные напряжения ? / Л.Б. Потапова, В.П. Ярцев. – Изд-во «Машиностроение – 1», 2005. – 244 с.
2. Приймак Н.В. Взаимосвязь параметров упругости конструкций дорожной одежды с характеристиками кривой чаши прогибов / Н.В. Приймак, В.Н. Ряпухин // Вестник ХНАДУ. – 2006. – Вып. 34-35.
3. Радовский Б.С. Проблемы механики дорожно-строительных материалов и дорожных одежд / Б.С. Радовский. – К.: ООО «ПолиграфКонсалтинг». – 2003. – 240 с.
4. Повзун О.І. Горілі породи, укріплені кам'яновугільним в'язучим, – ефективний конгломерат в основах автомобільних доріг / Повзун О.І., Вірич С.О., Кононихін С.В. // Вісник КНУ. – Кривий Ріг, 2015. – Вип. 39. – С. 8 – 13.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОКРОГО ГАСІННЯ КОКСУ ТА ГРАНУЛЯЦІЇ МЕТАЛУРГІЙНИХ ШЛАКІВ З УТИЛІЗАЦІЄЮ ТЕПЛОТИ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯМ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ

Відомо, що в технологічних процесах підприємств гірничо-металургійного комплексу утворюються викиди, що спричиняють до втрат теплоти і забруднення довкілля шкідливими компонентами сумішей. Тому актуальним напрямом є забезпечення енергозбереження і екологічної безпеки. Потужними джерелами парогазових викидів є установки мокрої грануляції доменних шлаків і установки мокроого гасіння коксу.

Розроблена інноваційна технологія утилізації теплоти парогазових викидів в контактних теплообмінниках на базі «форсунок камер», що визнані найкращими для використання за вказаних умов із тепловим ККД понад 90 %. Можливості сервісного обладнання теплообміну дозволяють забезпечити знешкодження забруднюючих речовин у газовій компоненті суміші після конденсації пари (приблизно на рівні 99,5 %).

Так, наприклад, для умов ДП-9 ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» наявні потенційні можливості утилізації теплоти 2,5 млн Гкал на рік теплової енергії. Інноваційна технологія мокрої грануляції доменних шлаків захищена патентом України №55206А «Пристрій для мокрої грануляції металургійних шлаків», її розрахункова рентабельність інвестицій при $K=2$ складає 3,996. Дозволяє знизити потреби установки в підживлюючій воді на 75-80 % і є можливість організації режиму оборотного водопостачання.

Технічні рішення сервісного обладнання знешкодження шкідливих викидів газовій частині суміші можливі каталітичні, з можливістю виділення сірчаної кислоти як товарного продукту, причому максимальний ефект знешкодження може досягати 99,5 %, базові технології знешкодження технологічних вод і конденсату - реагентно-сорбційно-співосаджувальні.

Іншими подібними установками, що відносяться до нових технологій у сфері використання вторинних енергоресурсів коксохімічних підприємств і дозволяють забезпечити комплексне вирішення проблем енергозбереження і екологічної безпеки при використанні технології мокроого гасіння коксу на коксохімічних виробництвах, є захищені патентами України №42199А і № 44003А, відповідно: «Пристрій для мокроого гасіння коксу» і «Система для мокроого гасіння розжареного коксу». Технічні рішення даних установок відповідно до патентів України №42199А і № 44003А також засновані на утилізації теплоти в контактних теплообмінниках типу «форсунок камера». Максимальні потенційні можливості енергозбереження на установках даного типу для умов Криворізького коксохімічного виробництва близько 1,5 млн Гкал на рік.

Частина цієї теплоти може бути спожита у теплових мережах м. Кривого Рогу, з використанням і без використання теплових насосів, або в літній використовуватися адсорбційними холодильниками для виробництва холоду. Максимальний екологічний ефект полягає в припиненні теплового і токсикологічного забруднення атмосфери і знешкодженні близько 900 м³ фенольних вод на добу. Термін окупності за різних варіантів практичних технічних рішень не перевищує 1 рік.

Список літератури

1. Патент України №55206А Пристрій для мокрої грануляції металургійних шлаків / Суртаєв В.В., Суртаєв В.М. - 17.03.2003 р. - Бюл. №3.
2. Суртаєв В. В. Система утилізації тепла и обезвреживания вредных выбросов при мокром тушении раскалённого кокса // Разраб. рудн. месторожд., 2002. - Вип. 78. - С.150-154.
3. Виставка-форум «Промисловість інвестиції, технології» //Тези / Суртаєв В.М., Суртаєв В.В., Криворізький технічний університет, 20.11.2003 р.
4. Патент України №42199А Пристрій для мокроого гасіння коксу / Суртаєв В.В., Суртаєв В.М. -15.10.2001 р. - Бюл. №9
5. Патент України № 44003А Система для мокроого гасіння розжареного коксу / Суртаєв В.В., Суртаєв В.М. -15.01.2002 р. - Бюл. №1
6. Підвищення ефективності утилізації теплоти при мокрому гасінні коксу. /Дисертація на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук., Суртаєва В.В. за спеціальністю 05.14.06. - «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. 2008.
7. Виставка-форум «Промисловість інвестиції технології» //Тези //Секція «Ресурсо - та енергозберігаючі технології. Досвід та перспективи впровадження» канд. техн. наук., ст. викл. Суртаєв В.В., канд. техн. наук, доц. Суртаєв В.М., Криворізький технічний університет від 20.11.2003 р.

ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ НЕКАТАЛІТИЧНІ НЕЙТРАЛІЗАТОРИ ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ ДВЗ - ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ БОРОТЬБИ З АВТОМОБІЛЬНИМИ ЗАБРУДНЕННЯМИ

Проблема створення екологічно-безпечного двигуна внутрішнього згорання в аспектах концептуальних підходів до створення, інновацій і їх реалізації з кожним роком набуває більшої актуальності.

Похмура перспектива автомобільного забруднення місця існування людини із загрозою його життю, давно примушує шукати шляхи зниження токсичності відпрацьованих газів автомобільних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ).

У відмінності від промислових організованих джерел забруднення атмосфери, що знаходяться на нерухомих площадках і відокремлені від житлових районів санітарно-захисними зонами, автомобіль є рухомих нестационарним джерелом забруднення атмосфери.

Автотранспорт повсюди використовується в житлових районах і місцях відпочинку.

Автомобільні гази - це дуже складна суміш компонентів (біля 180-240 складових).

Основними з них є: азот, кисень, пари води, бензопірен, оксиди вуглецю й азоту, вуглеводні й інші.

Склад газів автомобілів, що відпрацювали, залежить від багатьох чинників: типу двигуна (карбюраторний або дизельний), режим його роботи і навантаження, технічного стану, якості палива і досвіду водія.

Європейське співтовариство бореться з цією небезпекою шляхом законодавчого обмеження шкідливого впливу автомобільних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) на довкілля введенням жорстких норм по токсичності (ЄВРО-1, ..., ЄВРО-5).

На введення жорстких норм по токсичності конструктори відповідають всілякими удосконаленнями: від повної відмови від ДВЗ і використання паливних комірок до дорогих проектів новітніх двигунів із змінним ступенем стиску, але при цьому найбільш поширеним рішенням є використання одно - і багатокомпонентних каталітичних нейтралізаторів вихлопних газів.

Зазначені рішення залишаються досить коштовними і альтернативою до них можуть бути вітчизняної розробки високотемпературні нейтралізатори вихлопних газів - активатори згорання палива, відповідно до патентів України №49452А і №58925А «Пристрій для знешкодження шкідливих викидів автомобільних двигунів внутрішнього згорання».

Головна перевага даного інноваційного рішення реалізованого в нейтралізаторах - активаторах згорання палива, полягає в тому, що без змін конструкції двигуна досягається поліпшення наповнюваності циліндрів повітряно-паливною сумішшю (на 3,5-5 %) покращується динаміка автомобіля (прийомистість двигуна, тобто здатність двигуна внутрішнього згорання швидко і плавно переходити з режиму стійкої роботи при мінімальній тязі (потужності) на режим максимальної тяги) і двигун починає працювати як «очисна споруда».

За результатами проведених випробувань нейтралізаторів (за участю органів Мінекології і ДАІ) була підтверджена їх ефективність, у т.ч. і при бездетонаційній роботі на марках палива (бензину) з низьким октановим числом:

зниження концентрації СО у 1,7-5 разів; зниження концентрацій NO_x у 2-10 разів;

економія палива досягається вже після першої заправки автомобіля оснащеного нейтралізатором - активатором згорання палива.

Список літератури

1. Патент України № 49452А Пристрій для знешкодження шкідливих викидів автомобільних двигунів внутрішнього згорання / Суртаєв В.В., Суртаєв В.М. - 16.09.2002 р. - Бюл. №9.
2. Патент України № 58925А Пристрій для знешкодження шкідливих викидів двигунів внутрішнього згорання / Суртаєв В.В., Суртаєв В.М. - 15.08.2003 р. - Бюл. №8.
3. Виставка-форум «Промисловість, інвестиції, технології» / Тези // Секція. Проблеми екології і досвід їх вирішення. канд. техн. наук, доц. Суртаєв В.М. Криворізький технічний університет від 19-21.11.2003 р.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОГЛИНАННЯ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ
ТА ДІОКСИДУ СІРКИ РЕАГЕНТОМ ТОРФОГІДРОКСИДНИМ
ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ ВИБУХОВИХ РОБІТ У КАР'ЄРАХ**

Дослідження здатності до поглинання монооксиду вуглецю та діоксиду сірки реагентом торфогідроксидним проводилися з метою виявити можливість його застосування для нейтралізації шкідливих газів під час ведення вибухових робіт у кар'єрах.

Ефективними нейтралізаторами монооксиду вуглецю є перманганат калію KMnO_4 та пероксид водню H_2O_2 [1], якими окислюють монооксид вуглецю CO до діоксиду CO_2 . Через високу вартість цих речовин використання їх у великих обсягах є проблематичним.

Для нейтралізації монооксиду вуглецю в умовах кар'єрів НДІБПГ запропоновано вуглелужний реагент (ВЛР), який є продуктом переробки бурого вугілля [2]. Основними активними складовими ВЛР є натрієві солі гумінових кислот та желатинові речовини, які представляють собою тонкодисперсні вуглегумінові комплекси, і можуть бути сорбентами молекул CO . Але на сьогоднішній час можливості його застосування немає.

Тому зараз продовжуються пошуки нових доступних і відносно дешевих речовин для нейтралізації монооксиду вуглецю в промислових умовах.

Одним з можливих нейтралізаторів шкідливих газів може бути реагент торфогідроксидний, який виробляється шляхом обробки торфу водним розчином NaOH і відноситься до аналогів вуглелужного реагенту. Матеріал представляє собою сухий дрібнодисперсний порошок, що містить більше 30 % натрієвих солей гумінових кислот [3].

Дослідження проводилися на лабораторній установці, яка складалася з ємкості для водяного розчину досліджуваних реагентів, прокачуючого пристрою «Проба», ємкості з полімерної плівки, запобіжної ємкості, системи з'єднувальних трубок.

Ємкість з поліетиленової плівки наповнювалася повітрям з певним вмістом шкідливих газів. Визначалася початкова концентрація оксиду вуглецю та діоксиду сірки в цій суміші. Концентрація визначалася прокачуванням суміші пристроєм «Проба» через газоаналізатор MiniWarn.

Для порівняння проводилися дослідження 3% та 6% водяних розчинів реагенту торфогідроксидного, 3% водяного розчину вуглелужного реагенту та 3% розчину перекису водню.

Готувався водяний розчин визначеної концентрації кожного досліджуваного реагенту, монтувалася газова магістраль для прокачування газоповітряної суміші через розчин, вмикався прокачуючий пристрій і визначалася кінцева концентрація CO та SO_2 після прокачування газової суміші через розчин.

В результаті лабораторних досліджень встановлено наступну ефективність нейтралізації шкідливих газів реагентом торфогідроксидним: оксид вуглецю - 22,9-30,8%, діоксид сірки – 58,8-64,4%. Ефективність інших досліджуваних матеріалів склала для оксиду вуглецю 32,7-41,4%, діоксиду сірки – 60,1-69,9%.

Порівняльними лабораторними дослідженнями встановлено, що реагент торфогідроксидний має властивості до поглинання шкідливих газів – оксиду вуглецю та діоксиду сірки. Ефективність нейтралізації шкідливих газів водяним розчином реагенту торфогідроксидного знаходиться на рівні ефективності апробованих реагентів – гумату натрію (вуглелужного реагенту) та 3% розчину перекису водню.

Для промислового впровадження реагенту торфогідроксидного необхідно провести дослідження в лабораторних та промислових умовах з метою встановлення оптимальних параметрів, що забезпечують найбільшу ефективність нейтралізації шкідливих газів в умовах гірничорудних кар'єрів під час проведення масових вибухів.

Список літератури

1. **Коровин Н.В.** Курс общей химии.- М.: Высшая школа, 1990. – 448 с.
2. **Тыщук В.Ю.** Аналитическое определение параметров и исследование способа и средства пылегазоподавления при массовых взрывах в карьерах // Вісник КДПУ. Випуск 1/2007 (42). Частина 1. – Кременчук. – КДПУ. – 2002. – С. 98-101.
3. <http://torfdom.com.ua/primer-stranicy-3>.

А.О. ГУРІН, О.О. ЛАПШИН, доктори техн. наук, проф., Д.О. ЛАПШИНА, аспірантка
Криворізький національний університет

ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ В ПІДЗЕМНИХ КАМЕРАХ З ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛА

Відпрацювання покладів шахтами Кривбасу ведеться на глибинах 1300-1500 м, в умовах ускладнення вентиляції гірничих виробок, зокрема підземних камер з джерелами утворення тепла. Найбільш несприятливі мікрокліматичні умови спостерігаються у камерах водовідливів, де за одночасної роботи 2-3 потужних насосних установок температура повітря сягає 36-38°C, а швидкість його руху через неефективне провітрювання знаходиться в межах 0,15-0,3 м/с, що не відповідає нормативним вимогам.

Зазвичай у камерах водовідливу розташовується 5-6 насосних установок, які є джерелами надходження тепла у кількості 160 кВт від роботи однієї одиниці обладнання. Видалення теплого повітря з камери ускладнюється через відсутність спеціальних вентиляційних виробок і перепаду тисків на вході і виході з неї. Несприятливі мікрокліматичні умови в камерах водовідливу негативно позначаються на продуктивності праці та здоров'ї шахтарів.

З метою поліпшення умов праці в підземних камерах з джерелами тепла розроблено комплексну технологію управління параметрами мікроклімату. Розроблення технології полягало у реалізації трьох етапів: розроблення конструкції охолоджувальної установки «Клімат» для поліпшення теплових умов у підземних камерах; здійснення математичного моделювання процесу охолодження повітря з використанням установки «Клімат»; розроблення програми управління параметрами мікроклімату в підземних камерах шахт «Клімат-ПК».

Основними частинами установки «Клімат» є: вентилятор 1 для створення необхідної швидкості та кількості повітря, що подається в камеру та пневматично-вихровий пристрій (ПВП) для утворення охолоджувального повітряного струменя. Разом із цим установка містить вентиляційний трубопровід з поворотними душируючими патрубками (для локального підведення охолодженого повітря), глушник шуму та шибери для змінення кількості повітря.

На підставах здійсненого математичного моделювання процесу охолодження повітря в підземних камерах з урахуванням джерел тепла, визначено параметри охолоджувального струменя, утворюваного ПВП, серед яких: максимальна далекобійність $x_{\max}=34,9$ м та ширина $2r_{\max}=12,58$ м. Доведено можливість здійснення охолодження повітря за повним об'ємом камери з коефіцієнтом ефективності $\eta=0,3-0,5$. На рис. 1 наведено результати випробувань установки «Клімат» у камері водовідливу, гор. 475 м шахти ім. Артема ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

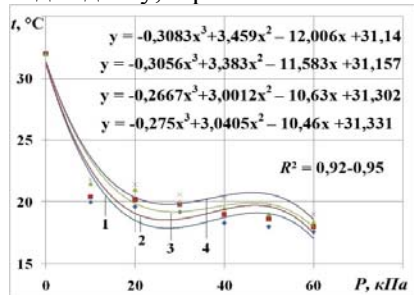


Рис.1. Залежність температури вентиляційного струменя від тиску стисненого повітря, кількості вентиляційного повітря Q_v на відстані 10 м від вихідного отвору вентиляційної труби: 1- $Q_{v1}=0,075$; 2- $Q_{v2}=0,146$; 3- $Q_{v3}=0,197$; 4- $Q_{v4}=0,235$

Застосування установки «Клімат» дозволило досягти зниження температури повітря у камері, на відстані 10 м від вихідного отвору вентиляційної труби, до 18°C, що ілюструють залежності (рис. 1). Отримані коефіцієнти кореляції $R^2=0,92-0,95$ вказують достовірність результатів і адекватність їх апроксимації.

За результатами досліджень розроблено програму для управління мікрокліматом в підземних камерах, застосування якої дозволяє автоматизувати процес роботи установки «Клімат» у двох режимах: «Провітрювання» - ефективний, коли температура повітря в камері не перевищує 30°C та «Охолодження» - ефективний, коли температура повітря в камері перевищує 30°C. Програма написана мовою програмування Visual Basic for Applications Excel і має нескладний інтерфейс.

Список літератури

1. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений подземным способом. – М.: Недра, 1977. – 225с.
2. Лапшин А. А. Промышленные исследования микроклимата и состояния проветривания горных выработок в глубоких рудных шахтах / А.А. Лапшин // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2014. – № 1. – С. 76–79.
3. Лапшин О. Є. Дослідження повітрообміну в камері подібних виробках з великими теплопритоками / О. Є. Лапшин, Немченко А. А., Коновалюк В. А., Лапшина Д.О. // *Вісник Криворізького національного університету*. – 2013. - Вип. 34. – С. 235 – 238.

О.Е. ЛАПШИН, д-р техн. наук, проф., А.К. ГАЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доц.,
І.А. ГАЦЬКИЙ студент, Т.Г. БОНДАРЕНКО, ст. викладач
Криворізький національний університет

ЗАПОБІЖНЕ ПЕРЕСУВНЕ КРІПЛЕННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТРАВМУВАННЯ ПРАЦЮЮЧИХ В ГІРНИЧИХ ВИРОБКАХ

При проходженні капітальних горизонтальних гірничих виробок в теперішній час спостерігається відставання кріплення від погруддя вибою. В окремих випадках відставання сягає 15-20 метрів і більше, що значно знижує безпеку ведення гірничих робіт таких як буріння, прибирання породи, кріплення та інші. Часто немає можливості будувати постійне бетонне або металеве кріплення, послідовно за проведенням вибою.

У цьому випадку при вибійному просторі з метою безпечного ведення робіт встановлюється тимчасове кріплення. Дане кріплення будують в при вибійному просторі на дільниці до 3 метрів від погруддя вибою, після підривання шпурів та провітрювання.

Запобіжне пересувне кріплення використовують для підтримки порід кривлі і боків виробки до часу будівництва постійного капітального кріплення.

Відомі конструкції запобіжних кріплень, які застосовуються на гірничих підприємствах мають складне обладнання, використовуються тільки для виробок певного перерізу та не мають захисту працюючих від падіння породи з боків виробки, що може призвести до травмування [1].

З метою підвищення безпеки праці при проведенні горизонтальних гірничих виробок та спрощення конструкції запобіжного кріплення запропоновано використання пересувного захисного модуля який складається з спеціальних рам, які обшиті зверху і з боків відпрацьованою конвеєрною стрічкою, закріпленою до рами болтами, при цьому перша рама від вибою має захисний козирьок.

Пересувне кріплення функціонує наступним чином. Елементи рами спочатку з'єднуються між собою верхніми і боковими стяжками, а потім закріплюються на лижах болтами.

Рами зверху і з боків перекриваються відпрацьованою конвеєрною стрічкою яка закріплюється до рам болтами. За допомогою планок до першої від вибою рами кріплення встановлюється обладнаний захисний козирьок.

Запобіжне пересувне кріплення розташовується безпосередньо в вибою виробки, яка проходиться, що забезпечує захист працюючих від падіння кусків гірської породи, при веденні технологічних процесів.

Кріплення пересувається за допомогою породонавантажувальної машини так, що перед вибухом воно перетягується від вибою на відстань відкидання гірської породи вибухом. Після підривання шпурів та провітрювання виробки кріплення пересувається до розвалу гірської породи де відбувається її прибирання під захистом даного кріплення.

За мірою прибирання породи у вибою кріплення пересувається до вибою теж породонавантажувальною машиною. Для пересування лижі мають з переду і задю спеціальні отвори з'єднані між собою тросом, за який породонавантажувальна машина переміщує запобіжне кріплення по виробці.

З'єднання верхняка і стояк, за допомогою болтів, дозволяє використовувати кріплення для різних поперечних розмірів гірничих виробок.

Використання запропонованого пересувного кріплення при проведенні гірничих виробок забезпечує захист працюючих у вибою від травмування падаючими кусками гірської породи при веденні технологічних процесів.

Конструкція пересувного кріплення є проста у виготовленні та не потребує значних економічних витрат, тому що використовується повторно відпрацьовані матеріали сталевий куток та конвеєрна стрічка.

Список літератури

1. Гиленко В.А., Федотов В.Н., Цветков В.К. Способы и средства возведения временной крепи в подземных горизонтальных выработках. – М., 1989. – 28 с.

В.І. ДЕНЬГУБ, канд. техн. наук, доц. Т.В. ДЕНЬГУБ, магістр, асистент
Криворізький національний університет

МЕТОД ОБЧИСЛЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ ПРОДУКТІВ ДЕТОНАЦІЇ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

При використанні промислових вибухових речовин (ВР) виникає необхідність оцінки впливу шкідливих газів розкладу ВР на навколишнє середовище. Це потребує інформації про такі параметри газів як:

- об'ємні частки газів результату хімічних реакцій ВР;
- питомі теплоємності при сталих тиску та об'ємі, як для кожного газу, так і їх суміші;
- показника адіабати для кожного газу та їх суміші.

Визначення параметрів газів за п.п. б, в для окремого типу газів не викликає труднощів, бо вони обчислюються на основі теорії термодинаміки [1]. Складність полягає в визначенні параметрів за п.п. а, б, в для суміші газів внаслідок різкого об'ємного змісту газів в конкретній вибуховій речовині.

Експериментальні дослідження складу сумішей газу не завжди дають об'єктивну оцінку бо: неможливо відібрати проби газів під час вибуху; склади кисню або вміст водяної пари можуть бути незареєстровані приладами контролю. Вказані причини можуть привести до некоректних показників за п.п. а, в. Тому, на наш погляд, більш точним є метод аналізу складів шкідливих газів на основі балансу мольних мас рівнянь реакцій хімічного перетворення початкової ВР на суміш конкретних газів.

Сутність пропонованого авторами методу полягає в наступному. На основі складу молекули ВР за її атомарними масами обчислюється молярна маса початкового продукту реакції. Аналогічно обчислюються молярні маси доданків складу газів розкладу ВР.

Після поділу кожного доданку реакції на молярну масу початкової речовини, отримують молярну (об'ємну) частку кожного газу в загальній суміші. Після визначення параметрів за п. а, подальші обчислення за п. б і п. в не викликають труднощів [1].

Аналіз хімічного складу промислових ВР, створених на основі аміачної селітри, показує, що при їх детонації утворюється наступні гази [2].

- Це:
- азот N_2 ;
 - оксид азоту NO ;
 - окисел азоту NO_2 ;
 - вуглекислий газ CO_2 ;
 - водяна пара H_2O ;
 - вільний кисень O_2 .

Розрахунки основних термодинамічних параметрів сумішей газів при детонації промислових ВР, що використовуються на кар'єрах показує наступне.

Показник адіабати для процесу витікання газової суміші з воронки вибуху коливається в межах $k \sim 1,40 \sim 1,44$, тобто майже дорівнює показнику адіабати для атмосферного повітря ($k=1,41$).

Відмінність спостерігається для питомих теплоємностей вибухових газів, які можуть змінюватись: при сталому тиску $C_p=1350 \sim 1400$ Вт/(кг·К); при сталому об'ємі $C_v=940 \sim 1000$ Вт/(кг·К). Для атмосферного повітря $C_p \sim 1004$ Вт/(кг·К), $C_v=717$ Вт/(кг·К).

Проведені дослідження підтвердили значення показника адіабати вибухових газів показнику адіабати атмосферного повітря.

Це дає змогу розробити більш просту розрахункову модель динаміки підйому пилогазових хмар на основі залежностей з рівними показниками адіабати на відміну від складної моделі ударної аеродинамічної труби з рівними показниками адіабати [3].

Список літератури

1. Базаров И.П. Термодинамика.-5-е Изд.-СПб-М. - Краснодар: Лань, 2010. - 384 с.
2. Кутозов Б.Н. Взрывные работы: М.: Недра, 2008.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.:Дрофа, 2003. - 840 с.

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПРОБЛЕМИ ОЧИЩЕННЯ, РЕГЕНЕРАЦІЇ ТА УТИЛІЗАЦІЇ МОТЗ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

Сучасні мастильно-охолодні технічні засоби (МОТЗ) є складні багатокомпонентні композиції, що відповідають комплексу вимог до їх технологічних і супутніх властивостей. Досвід передових машинобудівних заводів показує, що ефективні МОТЗ дозволяють від 1,2 до 4 разів підвищити стійкість високовартісного різального інструменту, на 20-60 % оптимізувати режими різання, на 10-50 % підвищити продуктивність праці, зменшити енерговитрати при механічній обробці на верстатах з числовим програмним керуванням.

Машинобудування займає четверте місце серед забрудників гідросфери після деревообробки, хімічної промисловості і електроенергетики. Доля мастиловміщуючих вод (відпрацьовані технологічні засоби (МОТЗ), витоки з мастильних систем і тому подібне) складає близько 50 % загальнозаводського стоку.

Особливе значення надається забрудненню водного середовища виробничими стічними водами. При цьому важливий той факт, що кількість доступної питної води обмежена, потреба в ній росте щорічно, а вартість такої води також зростає зважаючи на обмеженість і забрудненість джерел.

Якщо припустити, що стоки містять 3% органічних речовин, то для скидання в каналізацію їх необхідно заздалегідь розбавляти в тисячу і більше разів, для чого вимагається декілька мільйонів кубометрів свіжої води в рік. Оскільки розбавлення стоків вимагає великих витрат, відпрацьовані МОТЗ слід знежирювати шляхом їх утилізації і регенерації.

У існуючому асортименті найбільш поширені водозмішані та мастильні МОТЗ. Водозмішані представлені емульсійними, напівсинтетичними і синтетичними засобами.

Найбільшу групу з них складають емульсійні, які використовуються зазвичай у вигляді 3-11 % емульсій типу мастило-вода з додаванням емульгаторів-стабілізаторів, інгібіторів корозії, легуючих добавок, бактерицидів та ін.

В процесі багаторазового використання при механічній обробці матеріалів МОТЗ втрачають свої технологічні властивості в результаті накопичення металевих часток (пилу) і продуктів термічного розкладання мастил, їх окислення в процесі роботи, утворення смол, збіднення за рахунок винесення емульсолу зі стружкою, попадання в МОТЗ мастил та спецрідин з гідравлічних систем, верстатів і станів, збільшення вмісту солей жорсткості у водній фазі, мікробіологічної поразки (загнивання).

Щоб продовжити термін експлуатації МОТЗ, необхідно періодично очищати їх від твердих (мілкодисперсна стружка, продукти зносу інструменту і верстатів, пил з повітря) і колоїдних (продукти деструкції компонентів, мастило з гідравлічних і мастильних систем верстатів, мікроорганізми і продукти їх життєдіяльності) домішок.

Втрати МОТЗ із стружкою і внаслідок випаровування обумовлюють необхідність рекуперації - витягання МОТЗ із стружки і аерозолів (туманів). Коли подальше використання МОТЗ стає неможливим, їх слід замінити. Нині на машинобудівних заводах збирається до 30 % відпрацьованих емульсій, які потребують комплексного очищення та утилізації.

На сьогодні застосовується виділення МОТЗ від стружки, що економічно недоцільно при невеликих масштабах використання МОТЗ.

Дуже перспективними за енерговитратами і якості отриманих компонентів є способи зворотного осмосу і ультрафільтрації, що проводяться, відповідно при перепадах тисків 0,2-1,0 та 1-8,0 МПа. Ефект очищення (по ефіророзчинних речовинах) складає до 99,5 %.

Перспектива застосування мембранних способів базується на можливості малоенергоємного розподілу і утилізації водної та органічної фази.

Вода використовується при приготуванні нової партії МОТЗ, а органічна фаза - як додача до рідкого палива, або як компонент МОТЗ.

Проблема очищення, регенерації та утилізації МОТЗ потребує дослідження, бо підвищення екологічної якості виробництва в умовах економічних обмежень є нині однією з актуальних проблем машинобудівного сектора в економіці країни.

ТИМЧАСОВЕ ЗАПОБІЖНЕ ПЕРЕСУВНЕ КРІПЛЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Важливим завданням при проведенні гірничих виробок у складних гірничо-геологічних умовах є забезпечення безпеки виконуваних робіт у вибої з породами схильними до обвалення покрівлі, де часто відбуваються нещасні випадки, травмування людей та утворення завалів, що призводить до порушення технологічного циклу з відповідними їм додатковими трудовими і фінансовими втратами [1].

При проходженні капітальних горизонтальних гірничих виробок в теперішній час спостерігається відставання кріплення від погруддя вибою. В окремих випадках відставання сягає 20 метрів і більше, що значно знижує безпеку ведення гірничих робіт, таких як буріння, прибирання породи, кріплення та інші.

Дане кріплення будують у при вибійному просторі на ділянці до 3 метрів від погруддя вибою, після підривання шпурів та провітрювання. Тимчасове запобіжне пересувне кріплення використовують для підтримки порід покрівлі і боків виробки до часу зведення постійного капітального кріплення.

Відомі конструкції тимчасових запобіжних кріплень, які застосовуються на гірничих підприємствах, мають складне обладнання, використовуються тільки для виробок певного перерізу та не мають захисту працюючих від падіння породи з боків виробки, що може призвести до травмування [2]

З метою підвищення безпеки праці при проведенні горизонтальних гірничих виробок та спрощення конструкції запобіжного кріплення запропоновано використання пересувного модуля, який складається зі спеціальних рам, що обшиті зверху та з боків відпрацьованою конвеєрною стрічкою, закріпленою до рами болтами, при цьому перша рама від вибою має захисний дашок.

Пересувне кріплення функціонує так. Елементи рами спочатку з'єднуються між собою верхніми і боковими стяжками, а потім закріплюються на лижах болтами.

Рама зверху та з боків перекриваються відпрацьованою конвеєрною стрічкою, яка закріплюється до рами болтами. За допомогою планок, до першої від вибою рами кріплення встановлюється обладнаний захисний дашок.

Запобіжне пересувне кріплення розташовується безпосередньо у вибої виробки, яка проходить, що забезпечує захист працюючих від падіння шматків гірської породи, при веденні технологічних процесів.

Кріплення пересувається за допомогою породонавантажувальної машини так, що перед вибухом воно перетягується від вибою на відстань відкидання гірської породи вибухом. Після підривання шпурів та провітрювання виробки кріплення пересувається до розвалу гірської породи, де відбувається її прибирання під захистом даного кріплення. З'єднання верхняку та стояка, за допомогою болтів дозволяє використовувати кріплення для різних поперечних перерізів гірничих виробок.

Розроблена модель тимчасового запобіжного пересувного кріплення гірничих виробок, в якій зникає необхідність використання складного обладнання та надається можливість пересування всього модуля в процесі проведення виробок.

Разом з тим, забезпечується захист працюючих у вибої від травмування відшарованими шматками гірської породи при веденні технологічних процесів.

Конструкція пересувного кріплення відзначається простотою виготовлення та не потребує значних економічних витрат за рахунок повторного використання відпрацьованих матеріалів - сталених кутків та конвеєрних стрічок.

Список літератури

1. Устойчивость и крепление горных выработок. Взаимодействие крепи и пород в сложных условиях / Л., изд. ЛГИ, 1984. – 111 с.
2. Гиленко В.А., Федотов В.Н., Цветков В.К. Способы и средства возведения временной крепи в подземных горизонтальных выработках. – М., 1989. – 28 с.

ОЦІНКА ВИРОБНИЧОЇ БЕЗПЕКИ ТА РОЗРОБКА ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

На сьогодні 60 % від загального обсягу будівельно-монтажних робіт припадає на роботи, що виконуються в умовах реконструкції будівель і споруд.

Технологія і організація будівельного виробництва при реконструкції будівель і споруд має ряд особливостей, у порівнянні з новим будівництвом, які створюють специфічні умови праці і впливають на виробничу безпеку. У зв'язку з цим, розробку заходів щодо забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці під час проведення робіт з реконструкції будівель і споруд необхідно починати на стадії розробки проектно-технологічної документації, яка є обов'язковою для даного виду робіт.

Для організації безпеки праці під час реконструкції будівель і споруд необхідно знати не тільки технологію знесення будівель, але й принципи їх будівництва. Перш за все, необхідно досліджувати фізичні характеристики і конструкцію будівлі, що підлягає знесенню, щоб вибрати потім безпечний метод роботи. Перед розбиранням, реконструкцією та капітальним ремонтом необхідно обстежити загальний стан будівлі (споруди), а також фундаменту, стін, колон, склепін та інших конструкцій, а для надбудов також стан основ.

Для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці під час проведення робіт з реконструкції будівель і споруд у проектно-технологічній документації необхідно зазначити такі заходи: вибір методу розбирання, демонтажу та монтажу, надбудови будівлі (споруди); визначення послідовності та безпеки виконання робіт; визначення небезпечних зон, застосування захисних огорож; тимчасове чи постійне закріплення або підсилення конструкцій будівлі, що розбирається, з метою запобігання випадковому обваленню конструкцій або частини будівлі; зменшення пилоутворення; безпека праці під час виконання робіт на висоті; визначення схеми стропування під час демонтажу конструкцій і технологічного обладнання. Також повинні бути зазначені вимоги безпеки праці, що забезпечуються під час виконання робіт без зупинки основного виробництва або з частковою зупинкою, виконання робіт під час демонтажу або реконструкції внутрішніх інженерних мереж, виконання транспортних робіт в умовах обмеженого виробничого простору, складування та утилізації матеріалів і конструкцій, одержаних під час розбирання або реконструкції споруд.

Отже, розробка заходів щодо забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці під час проведення робіт з реконструкції будівель і споруд на стадії розробки проектно-технологічної документації, дозволяє знизити ризики травматизму, виключити або скоротити трудомісткі і важкі роботи, передбачити руйнування будівель та інші аварійні ситуації.

Список літератури

1. **Фураев М.С.** Техника безопасности при разборке зданий и сооружений. / **Фураев М.С.** - М.: Издательство литературы по строительству, 1971. – 51 с.
2. **Кочерженко В.В.** Технология реконструкции зданий и сооружений. Учебное пособие / **Кочерженко В.В., В.М. Лебедев.** – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 224 с.
3. **Рыбалка Е.А.** Анализ травматизма на реконструируемых участках промышленных предприятий / **Рыбалка Е.А., Диденко Л.М.** // Технические науки. Коммунальное хозяйство городов. – 2005. – Вып. 64. – С. 94-98.
4. **Шагин А.Л.** Реконструкция зданий и сооружений. Учеб. пособие для строит. спец. Вузов. / **Шагин, Ю.В. Бондаренко, В.Б. Гончаров.** – М.: Высшая школа, 1991. – 352 с.
5. **Чандра Пинагода** Безопасность, гигиена труда и санитарно-бытовые условия на строительных площадках. Учебное пособие / **Чандра Пинагода.** – М.: Стройиздат, 2005. – 150 с.
6. Перелік робіт з підвищеною небезпекою: НПАОП 0.00-4.12-2005. – [Чинний від 2005-01-26]. – К.: Державний комітет України з нагляду за охороною праці, 2005. – 10 с. – (Нормативно правовий акт з охорони праці).
7. **Беляков Ю.И.** Строительные работы при реконструкции предприятий. / **Беляков Ю.И., Резуник А.Ф., Федосенко Н.М.** – М.: Стройиздат, 1986. – 224 с.
8. Правила безпеки при реконструкції будівель і споруд промислових підприємств: ДНАОП 6.1.00-1.12-01. – [Чинний від 2001-04-02]. – К.: Міністерство праці та соціальної політики України, 2001. – 50 с. – (Державний нормативний акт з охорони праці).
9. Охорона праці і промислова безпека у будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. – [Чинний від 2012-04-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 122 с. – (Державні будівельні норми України).
10. **Антонец В.Н.** Особенности производства строительно-монтажных работ в условиях реконструкции зданий и сооружений. / **Антонец В.Н.** – Хабаровск: Издательство ТОГУ, 2012. – 97 с.

М.І. ШВИДКИЙ, д-р техн. наук, проф., В.Д. АФАНАСЬЄВ, канд. техн. наук,
О.В. ГНЕННА мол. наук. сп., ДП НДІБПГ (ДВНЗ «КНУ»)

КОМПЛЕКСНА ДІЯ ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ ТА ЇХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК

Комплексна оцінка шкідливих, переважно фізичних факторів, базується на даних оцінки умов праці під час підземного добутку залізних руд, стану професійних захворювань із урахуванням дії найбільш шкідливих факторів, професії робітників та стажу роботи. Одним із головних завдань для можливості комплексної оцінки шкідливої дії виробничих факторів є встановлення взаємозв'язку та взаємодії на основі оцінки тісноти зв'язку лінійної залежності між кількістю хворих різних професій [1]. Для цього використовуємо статистичний аналіз захворювань гірників Кривбасу із застосуванням вибіркового коефіцієнту кореляції та рівнянь лінії регресії.

Для кількісної оцінки комплексної дії використовуються дані про інтенсивність дії шкідливих факторів I . Для визначення величини взаємодії різних факторів визначено основний фактор із інтенсивністю I_0 , який призводить до найбільшого числа захворювань. У даному випадку цим фактором є пил фіброгенної дії. До допоміжних факторів віднесені шум, вібрація та важкість праці [2].

Для визначення шкідливості різних факторів використані Карти умов праці зі ступенями шкідливості 3.1; 3.2; 3.3 та 3.4 та вагових коефіцієнтів. Із використанням дії різних факторів на рівні професійних захворювань встановлено для пилу $\kappa_0=1,0$; для шуму $\kappa_{д.1}=0,7$; для вібрації $\kappa_{д.2}=0,5$; для факторів тяжкості $\kappa_{д.1}=0,1$.

Для визначення інтенсивності від сумісної дії різних факторів використано залежність комплексної дії шкідливих факторів із інтенсивністю I_k , яка виражається через величину підвищення ймовірності професійного захворювання

$$P_k = P_0 + \Delta P$$

де ΔP - величина підвищення рівня ймовірності професійного захворювання за рахунок дії додаткових шкідливих факторів.

Використані дані гігієнічної класифікації [3] щодо різної стадії виникнення професійного захворювання від ступенів шкідливості, що дало можливість зробити висновок про основний вплив інтенсивності шкідливих факторів, які обумовлюють підвищення рівнів ймовірності професійної захворюваності, в діапазоні значень I від 4 до 10. Величина ΔP прийнята для отримання даних про безпечність стажу роботи, а також фактором управління для оцінки ризиків та мінімізації рівня професійних захворювань вного шкідливого фактору [4].

Результати вивчення шкідливої дії виробничих факторів, оцінка їх ризику та вплив на рівень професійних захворювань показують, що попередження подальшого розвитку професійних захворювань повинне забезпечуватись виявленням протипоказань на стадії приймання працівника певної професії на роботу [5].

Необхідно враховувати використання раціонального режиму роботи протягом робочої зміни для першої групи працівників (бурильник, прохідник, машиніст бурової установки), використання засобів «захист часом» шляхом визначення безпечного стажу роботи для другої групи працівників, проведення періодичної оцінки ризиків шкідливої дії виробничих факторів під час зміни умов праці в робочій зоні.

Список літератури

1. Чернюк В.І. Рання діагностика та фармакопрофілактика вібраційної хвороби й вегето-сенсорної поліневропатії рук у шахтарів вугільних шахт Львівсько-Волинського басейну. / Чернюк В.І., Абрагамович О.О., Мазур В.В., Мелешко О.С. // Український журнал з проблем Медицини праці 1(38), 2014 рік – 53с.
2. «Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці» № 41 від 01.09.1992 року
3. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості і небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу № 528 від 27.12.2001 року.
4. Будова хребта / [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://dcdudka.at.ua>
5. О Миозите и невралгии / [Електронний ресурс] Режим доступа: <http://pharmopeka.net/miozite-nevralgii>

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПОЧВ,
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

Начиная с 60-70 годов XX века общепризнано негативное влияние на здоровье человека и сельскохозяйственных животных, качество продуктов питания, а также на состояние биосферы чрезмерного содержания в почвах антропогенных тяжелых металлов (ТМ). В этой связи закономерно актуализировались исследования направленные на разработку эффективных почвоохраняющих технологий. При этом перспективными способами решения проблемы запредельного содержания поллютантов следует признать исключительно технологии оздоровления почвы.

Цель работы: проанализировать и логически упорядочить современные технологии оздоровления почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Концептуально система мероприятий по оздоровлению загрязненных ТМ почв, упорядочивается на три иерархических уровня: миссия, стратегия, технологии. Миссия оздоровления почвы направлена на поддержание концентраций ТМ в пределах интервала оптимума. Стратегия оздоровления почвы предполагает регуляцию недостаточного или избыточного содержания ТМ в почвах промышленных регионов. В первом случае целесообразно дозированное внесение металлов в виде микроудобрений. Во втором случае целесообразно устранение и/или ограничение негативного влияния чрезмерного содержания металлов на почву, биоту, сельскохозяйственных животных и человека. Технологии оздоровления почвы предполагают реализацию двух комплексов мероприятий: *ex situ* (оздоровление вне территории загрязнения), *in situ* (оздоровление почвы осуществляется непосредственно в полевых условиях).

Оздоровление почв *ex situ* предполагает вначале экскавацию верхнего (0-20 см) слоя почвы. В дальнейшем возможны две системы мероприятий: 1) складирование загрязненной почвы на специальных полигонах, 2) деметализация загрязненной почвы. В последнем случае почва очищается от чрезмерного содержания ТМ в реакторах.

Оздоровление почв *in situ* рассматривается как наиболее перспективное направление оптимизации загрязненных земель, которое упорядочивается в четыре группы: локализация; деконцентрирование; инактивация; экстракция.

Локализация ТМ в загрязненных почвах предполагает ограничение распространения металлов с территории педогеохимической аномалии. Это направление может рассматриваться исключительно как временное решение проблемы. Локализация ТМ в почвах подразделяется на: фитолокализацию (создание культурфитоценозов), технолокализацию (формирование механических барьеров/завес), хемолокализацию (использование продуктов химических реакций для обустройства препятствий).

Деконцентрирование («разбавление») содержания ТМ в почвах посредством внесения почвоподобных субстратов и/или глубокой вспашки (деконцентрирование) характеризуется: возможностью устранить факт присутствия антропогенных металлов в почвах, нейтральным и/или позитивным влиянием на свойства почвы, ограниченной пригодностью.

Инактивация ТМ в почвах предполагает перевод металлов малоактивные педогеохимические формы. Инактивация нами условно подразделяется на пассивную и активную.

В свою очередь, активная инактивация почвенных металлов сегментируется на опосредованные и прямые методы.

Методы прямой активной инактивации металлов базируются на реакциях поглощения и осаждения этих химических элементов.

Экстракция ТМ направлена на полное извлечение металлов-загрязнителей с почвенных горизонтов и/или почвенного профиля.

При этом экстракция ТМ может быть реализована как: акваэкстракция, электроэкстракция и биоэкстракция.

В общем, современные технологии оздоровления загрязненных ТМ почв характеризуются наличием значительного количества высокоэффективных методов, которые необходимо адаптировать индивидуально для каждого региона.

ПОДАЛЬШИЙ ПОШУК ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШАХТНИХ ВОД КРИВБАСУ

На сьогодні великою проблемою Криворізького залізорудного басейну є високомінералізовані шахтні води, які відкачуються з підземних водоносних пластів у процесі видобутку залізної руди. Скид таких вод на земну поверхню або в гідрографічну мережу, тобто водні об'єкти, створює в районі розміщення рудників серйозну екологічну проблему, відбувається систематичне засолення ґрунтів, рослинності, водних об'єктів і навіть їх радіоактивне забруднення.

Для повного розуміння стану вирішення цієї проблеми нами проведено аналіз всіх існуючих технічних рішень утилізації шахтних вод, які мали місце впродовж багатьох років розвитку залізорудної галузі народного господарства в межах Криворізького регіону.

До поточного моменту пропонувалися різні варіанти відведення та використання шахтних вод Кривбасу, такі як відведення шахтних вод у ставок-накопичувач Запорізького залізорудного комбінату, розташований в Утлюкському лимані Азовського моря, скидання у Чорне море, закачування шахтних вод в геологічні структури, скидання надлишку шахтних вод із їх розведенням річковою водою з Дніпра через канал Дніпро-Інгулець, більш повне використання шахтних вод для поповнення оборотних циклів на ГЗК, знесолення шахтних вод різними методами. Але на жаль жоден з цих варіантів не вирішує проблему поліпшення стану прісноводних джерел Кривбасу, а лише знижує інтенсивність їх забруднення.

Із усіх перерахованих варіантів утилізації шахтних вод у даний час реалізується тільки два варіанти: акумулювання в хвостосховищах та спеціальних ємностях з подальшим скидом в р.Інгулець в зимовий період та використання шахтних вод в оборотному водопостачанні ГЗК.

Споживчі властивості шахтних вод різних рудників неоднакові і залежать від їх мінералізації та загальної твердості. У відповідності з рекомендаціями НДПІ «Механобрчормет» мінералізація зворотних вод збагачувальних фабрик не повинна перевищувати $25,6 \text{ г/дм}^3$, а твердість до 70 ммоль/дм^3 . Таким вимогам відповідають шахтні води рудників Першотравневий, ім. Леніна, ім. Фрунзе, ім. Кірова, ім. Ілліча з загальним об'ємом $15,6 \text{ млн м}^3/\text{рік}$.

Решта об'єму $24,3 \text{ млн м}^3/\text{рік}$ використовувати в зворотних системах ГЗК без попереднього розбавлення неможливо. Як результат, варіант використання шахтних вод Кривбасу на ГЗК в повному об'ємі виявився нездійсненним.

На наш погляд, значну перспективу застосування має метод електродіалізу. Аналіз сучасних наукових досягнень в області опріснення солонуватих і солоних вод доводить, що застосування системи електродіалізу теоретично та експериментально обґрунтовано і ця система є більш економічною, ніж системи зворотного осмосу для води з солемістом вище 12 г/дм^3 . В техніко-економічному відношенні електродіаліз відрізняється від інших методів низкою переваг: опріснення відбувається без фазових перетворень, технологічний процес здійснюється безперервно і може бути автоматизований, ступінь знесолювання легко піддається регулюванню. Метод характеризується простотою апаратного оформлення та експлуатації.

У процесі очищення шахтних вод з високою мінералізацією створюються товарні продукти, зокрема кухонна сіль, яку з успіхом можна реалізувати не лише в котельних, теплоелектростанціях, а і в інших галузях народного господарства.

Аналіз всіх розглянутих технічних рішень і методів по утилізації шахтних вод Кривбасу за минулий 50-річний період переконує, що ця проблема є дуже серйозною, з великими і непередбачуваними екологічними наслідками і може привести до антропогенної катастрофи в регіоні.

Адже за такий тривалий період не знайдені оптимальні та економічно раціональні технічні рішення при одночасному погіршенні стану природного довкілля.

Тому автори даної роботи вважають, що проблема утилізації високомінералізованих шахтних вод Кривбасу є комплексною. Вирішувати дану проблему в рамках тільки окремо виділеного залізорудного підприємства недоцільно, для цього необхідні спільні зусилля і використання нових прогресивних технологій.

ВАЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ТРАВМООПАСНОСТИ ОСНОВНЫХ ВИДОВ РЕМОНТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОПРОВОДНО - КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

На предприятиях теплоснабжения и водопроводно-канализационного хозяйства ремонтные работы производят в профилактических целях и при аварийных ситуациях. Это касается замены трубопроводов при ликвидации различных видов порывов и замены аварийного оборудования при эксплуатации теплотрасс, ремонтов теплогенераторов, а также при профилактических работах - обслуживании аппаратов ХВО, промывке котлов, профилактических ремонтных работ на теплотрассах.

Из общей протяженности водопроводно-канализационных сетей 33,3% в находятся в аварийном состоянии и требуют замены. Это производит к значительному росту аварий, количество которых достигает 250 аварий в год на 100 км трубопроводов, что в 20 раз превышает соответствующий показатель в странах Западной Европы. Аварийные работы (особенно теплогенераторов, теплотрасс, замены запорной арматуры) практически всегда связаны с прекращением подачи тепла предприятиям, жилым домам и т.п., что приводит к ухудшению жизни условий населения.

Ликвидация аварийных ситуаций может привести к травмам, а также к острым респираторно-вирусным заболеваниям работников, занятых на ликвидации аварий особенно в осенне-зимний период, что требует дополнительного расхода материальных и трудовых ресурсов.

Из перечисленного следует, что возникает необходимость оптимизации в определении степени травмоопасности основных видов ремонтных и эксплуатационных работ на предприятиях, вырабатывающих и транспортирующих тепловую энергию потребителям а также предприятий водопроводно-канализационного хозяйства.

Данные исследования осуществлены путем получения экспертных оценок от работников тепловых предприятий г.Кривого Рога, (Криворожтеплосеть и Криворожской ТЦ). Анкетирование было проведено среди работников цехов и управлений теплопредприятий.

Обработка результатов анкетирования производилась математико-статистическим методом экспертных оценок [1].

Таблица 1

Оценка наиболее травмоопасных видов работ в холодный период года (осень-зима)

Виды работ	Среднестатистическая оценка \bar{X}_A	Сумма рангов оценок, S	Коэффициент вариации, W_A
Замена труб на теплотрассах	19,77	52	71,9
Замена труб и запорной арматуры в тепловой камере	19,45	62	81,0
Замена запорной арматуры на воздушных теплотрассах	16,0	69	88,0
Ремонтные работы теплогенераторов	13,3	61	84,8
Обслуживание и водоподготовка ХВО	7,64	102	77,5
Обход и профилактические работы на теплотрассах	6,36	105	90

Анализ результатов этих оценок позволил установить степень травмоопасности следующих видов ремонтных работ (по степени убывания опасности травмирования):

замена труб и запорной арматуры в тепловых камерах; замена труб на теплотрассах; замена запорной арматуры на воздушных теплотрассах; ремонтные работы теплогенераторов.

В целом они составляют 71% от всех видов производимых ремонтных работ на теплосетях и теплогенераторах.

Кроме того, как видно из данных табл. 1, профилактические ремонтные работы относятся к менее травмоопасным видам работ и составляют среднестатистическую оценку, которая в зависимости от вида производимых работ колеблется от 7,64 до 6,36.

Список литературы

1. Гольшев А.М., Лосьев К.В. Определение степени травмоопасности основных видов ремонтных и эксплуатационных работ на предприятиях теплоснабжения, Вісник КТУ, збірник наукових праць- 2007. Вип № 19.

Н. Ю. ШВАГЕР, д-р. техн. наук, проф., Т. А. КОМІСАРЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РУДНИКОВОЇ АТМОСФЕРИ КАР'ЄРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Роботи, пов'язані з видобутком корисних копалин відкритим способом, супроводжуються виділенням шкідливих речовин, в основному пилу і продуктів згоряння палива, що утворюються при експлуатації гірничо-транспортної техніки, бурових і вибухових роботах.

Частина шкідливих речовин, завдяки впливу атмосферних чинників, виноситься за межі кар'єра, забруднюючи при цьому навколишнє середовище за його межами, решта підвищує концентрацію шкідливих речовин на робочих місцях, що негативно впливає на здоров'я гірників[1].

Одним з найбільш складних і відповідальних заходів техніки безпеки в кар'єрах є контроль стану рудникового повітря на робочих місцях.

Внаслідок постійно мінливих напрямків і швидкості вітру, руху гірничо-транспортної техніки, загазованість і запиленість рудникового повітря на робочих місцях може протягом робочої зміни неодноразово змінюватися від мінімальних величин до значень, що значно перевищують безпечні гранично допустимі концентрації (ГДК), при цьому в межах всього кар'єра вплив цих параметрів може бути незначним.

Основний спосіб визначення концентрацій шкідливих речовин після проведення вибухових робіт в кар'єрі полягає в тому, що група робітників за допомогою транспортних засобів прибуває безпосередньо в місце вимірювань і здійснює їх, а потім повертається в місце (пункт) керування для прийняття рішення про допуск робітників і технічного персоналу після перевірки щодо зниження вмісту отруйних газів в атмосфері до санітарних норм [2].

Недоліками даного способу є те, що заміри проводяться безпосередньо в небезпечній зоні, а також витрачається технологічний час на пересування персоналу.

В основу способу покладено мобільний дистанційний спосіб вимірювання за рахунок встановлення на безпілотний літальний апарат (БЛП) спеціальних вимірювальних пристроїв, які призначені для аналізу складу рудникової атмосфери.

БЛП з встановленими на ньому контрольно-вимірювальними пристроями дозволяє проводити контроль параметрів рудникового повітря, який передбачає вимірювання метеорологічних параметрів: швидкості руху повітря, напрямку руху, температури, вологості та вмісту шкідливих речовин: оксиду вуглецю, сірководню, сірчаного газу, оксиду азоту і концентрації пилу і вимірювати метеорологічні параметри, вміст шкідливих речовин і концентрації пилу в різних ділянках кар'єра.

БЛП забезпечує використання приладів в ситуаціях, коли існує ризик для життя або здоров'я працівників, викликаний можливим скупченням горючої газоповітряної суміші.

Після проведення масового вибуху і появи в атмосфері газів проводять визначення зони вірогідного розповсюдження газів за допомогою БЛП, які оснащують вимірювальними приладами. БЛП рухається в межах проведення масового вибуху.

Відповідно плану траєкторії польоту в попередньо визначених точках проводиться збір проб складу рудникової атмосфери.

Після збору інформації створюється карта проб, за допомогою якої можна визначити небезпечні місця та напрямок пересування пило газової хмари.

Доповідь присвячено обґрунтуванню застосування способу, який дозволить безперервно контролювати параметри рудникового повітря у всіх частинах кар'єра, своєчасно застосовувати заходи техніки безпеки, що в кінцевому підсумку приведе до зниження травматизму та кількості професійних захворювань.

Список літератури

1. Бересневич П. В., Михайлов В. А., Филатов С. С. Аэрология карьеров: Справочник.- М.: Недра, 1990. - 280 с.:
2. Ушаков К.З., Михайлов В.А. Аэрология карьеров.- М.: Недра, 1985.- 244 с.

УДК 669.162.16

Є. В. ЧУПРИНОВ, магістр, асистент, В. П. ЛЯЛЮК, д-р техн. наук,
Ф. М. ЖУРАВЛЬОВ, Д. О. КАССІМ, І. А. ЛЯХОВА, кандидати техн. наук, доц.
Металургійний інститут Криворізького національного університету

ВИВЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕОФЛЮСОВАНИХ ОБПАЛЕНИХ ОБКОТИШІВ ВІД СПОСОБУ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТУ

Вивчення впливу способів збагачення залізородних концентратів на металургійні характеристики обпалених обкотишів є важливим завданням на шляху вдосконалення технології підготовки залізородної сировини для доменної плавки. У даному дослідженні з вихідних концентратів магнітного збагачення ЦГЗК і ЛебГЗК, що містили, відповідно, 8,6 і 4,8 % SiO_2 , готували трьома способами збагачення (магнітним, магнітно-флотаційним і хімічним) мономінеральні фракції магнетиту з мінімально можливим вмістом кремнезему ($\text{SiO}_2=0,16-0,89\%$).

Потім висушені загальні проби кожної мономінеральної фракції доподрібнювались до однакової крупності (за питомою поверхнею) для створення рівних умов при отриманні сирих обкотишів. Для виключення впливу сторонніх чинників і чіткої інтерпретації результатів випробувань готували дві шихти: в першу шихту до мономінеральної фракції магнетиту додавали тільки 0,01 % органічного сполучного, що повністю вигоряє в процесі обпалення і не дає розплаву; в другу шихту вводили 0,5 % бентонітової глини і кварц в кількості, що забезпечує утримання в шихті 5,0 % загального кремнезему. Технологічні параметри отримання сирих обкотишів з цих шихт були практично однаковими. Сирі обкотиші з обох шихт піддавалися в електропечі термозміцненню при однакових у всіх дослідах режимах сушки, нагріву, високотемпературного обпалення і охолодження. Змінювалася лише максимальна температура обпалення (від 1200 °С до 1350 °С через 50 °С).

Металургійні характеристики обпалених обкотишів визначалися стандартними методами, що включають вивчення показників об'ємної частки пор, міцності при стисненні і на удар, стирання при відновленні. Також вивчалися мінералогічний склад і мікроструктура обпалених обкотишів. Дослідження з обкотишами з чистих мономінеральних фракцій магнетиту показали, що для отримання максимальної міцності в початковому стані і в процесі відновлення, найбільш доцільно виробляти обкотиші з магнетитів, отриманих магнітно-флотаційним способом збагачення. З двох розглянутих родовищ кращими характеристиками володіють обкотиші з магнетиту ЛебГЗК, що підтверджується вивченням мікроструктури обпалених обкотишів, отриманих різними способами збагачення, на яких мікроструктури обкотишів з магнетитів магнітно-флотаційного способу збагачення мають дрібнозернисту структуру із зерен гематиту, які добре спеклися. Дослідження обкотишів з неофлюсованих шихт, складених з чистих мономінеральних фракцій магнетиту двох ГЗК, кремнезему і бентонітової глини показали, що найкращими металургійними характеристиками володіють неофлюсовані обкотиші з магнетитових концентратів, отриманих магнітно-флотаційним способом збагачення.

Із двох розглянутих родовищ найкращі металургійні характеристики мають неофлюсовані обкотиші з магнетитового концентрату ЛебГЗК.

Порівняльний аналіз обкотишів, отриманих з двох шихт, показав, що об'ємна частка загальних пор у обпалених обкотишів із неофлюсованої шихти на 0,5-1,2 % вище, ніж у обкотишів із одних мінералів магнетиту. Це можна пояснити впливом кремнезему, який призводить до розубожування і не спікається в твердій фазі з гематитом, що окислився із магнетиту. Крім того, кремнезем не утворює твердофазних з'єднань з гематитом. Абсолютний діапазон значень міцності при стисненні і міцності на удар у обпалених обкотишів із мономінеральних фракцій магнетиту становить, відповідно, 2,4-4,9 кН/ок і 80,0-98,2 %, а у обкотишів з шихти - 2,9-5,0 кН/ок і 84,8-95,2 %. Трохи вищий показник міцності при стисненні обкотишів з шихти пов'язаний, імовірно, з утворенням більшої кількості розплаву. Абсолютні значення показника стирання при відновленні обкотишів, обпалених при всіх вивчених температурах, виготовлених з мономінеральних фракцій магнетиту, гірші (6,7-31,4 %), ніж у обкотишів з шихти (6,1-24,9 %) з тими ж магнетитами. Це пояснюється вищим ступенем відновлюваності обкотишів із мономінеральних фракцій магнетиту.

Е.О. ШМЕЛЬЦЕР, ст. преподаватель, В.П. ЛЯЛЮК, д-р техн. наук, проф.,
Металургійний інститут Криворізького національного університету

ОДНОРОДНОСТЬ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ В УСЛОВИЯХ МЕЖБАССЕЙНОВОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КОКСОВАНИЯ

Для доменной плавки важным является постоянство качества кокса по показателям технического анализа и физико-механическим свойствам, что обеспечивается качеством угольной шихты. Особенностью сырьевой базы коксования коксохимических предприятий Украины является вовлечение большого числа импортных углей дальнего и ближнего зарубежья.

В результате угольная шихта составляется из угольных концентратов “межбассейновой базы”, представляющих собой многокомпонентные смеси с большого числа обогатительных фабрик, характеризующиеся неоднородным петрографическим составом, нестабильностью физико-химических свойств, а ритмичность поставки угольных концентратов на коксохимические заводы далека от оптимальной. В условиях межбассейновой сырьевой базы коксования актуальной проблемой является повышение однородности угольной шихты, что обеспечивает стабилизацию свойств кокса.

Однородность состава и свойств угольной шихты, определяющая однородность кокса и его поведения при вторичном нагреве в доменной печи, предполагает получение одинаковых значений ее параметров в пробах, отобранных из любых точек объема загрузки.

В связи с этим приближение к состоянию однородности шихты является функцией степени перемешивания ее компонентов [1].

Продолжая исследования [2,3], проанализировали и обобщили данные показателей качества угольного сырья в условиях коксохимического производства “АрселорМиттал Кривой Рог”. Установили, что за период 2006-2012 гг. степень смешивания шихты на УПЦ КХП, рассчитанная по выходу летучих веществ, изменялась в пределах от 84 до 88,3 %, что далеко от оптимальной, экономически оправданной степени ее смешения 97-98 %.

Степень смешивания шихты, определяемая по колебаниям ее влаги, находилась в пределах 74,2-77,8 %, что является нежелательным, учитывая ее значительное влияние на насыпную массу шихты и качество кокса. По содержанию золы получили интервал 43-47 %, степень смешивания по показателю содержания серы была высокой – 92,3-96 %, что объясняется незначительным колебанием содержания серы в угольной шихте. Низкая степень смешивания шихты - 19,3-22 % получилась для “отошающего” класса 0-0,5 мм, что связано с содержанием указанного класса в угольных шихтах УПЦ КХП в пределах 40-46 %, что намного превышает оптимальное значение. Показатель степени смешения шихты по изменению в пробах толщины пластического слоя 67-70 %, а насыпной массы шихты 68-72,4 %, что также не способствует получению кокса высокого качества.

Степень смешения шихты по показателям ее петрографического состава для витринита и суммы отошающих компонентов, составила соответственно 87,7-91,5 и 86-90,2 %, что также недостаточно для оптимальной, экономически оправданной степени смешивания. Низкая степень смешивания шихты обусловлена большим количеством компонентов в шихте (в среднем 9-12), неритмичностью поставок такого большого числа угольных концентратов, колебаниями их физико-химических параметров. Ситуация усугубляется существующей практикой частых перешихтовок. Низкая степень смешивания шихты и колебания качественных показателей угольных концентратов обуславливают необходимость организованного смешения угольной шихты с использованием различных смесительных машин.

Список литературы

1. Гуляев В.М. Однородность состава угольной шихты в объеме загрузки как фактор воздействия на качество кокса / В.М. Гуляев, В.Д. Барский // Кокс и химия. – 2013. - №7. – С.21 – 26.
2. Шмельцер Е.О. Исследование влияния подготовки угольных шихт на качество металлургического кокса / Е.О. Шмельцер, В.П. Лялюк, В.П. Соколова // Вісник Приазовського Державного технічного університету: технічні науки. – 2015. – №30. – С. 27-36.
3. Лялюк В.П. Оценка степени однородности угольной шихты по показателям ее качества / В.П. Лялюк, Шеремет, А.Д. Учитель и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2010. – №4. – С.18-21.

О. М. ЖБАНОВА, асистент, А. О. ХОМОВСЬКА, студентка
Криворізький національний університет

ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛИТОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ

На сьогодні існує проблема утилізації радіоактивних відходів та відпрацьованого ядерного палива, що реально постала перед людством. Зберігання таких відходів в основному у металевих контейнерах (1).

Аналіз відомих аналогів контейнерів для зберігання відходів виявив ряд недоліків у їх конструкціях. Так, металеві контейнери схильні активній корозії (навіть при виготовленні їх корпусів з нержавіючої сталі), а при тривалому зберіганні радіоактивних матеріалів у них метал корпусу неминуче стає джерелом вторинного рентгенівського випромінювання. Але залізобетонні та кам'яні контейнери істотно відрізняються від металевих великою вагою і низькою ударною міцністю, що призводить до високої вартості перевезення і певних труднощів при їх експлуатації (2).

Для підвищення експлуатаційної стійкості і довговічності агрегатів, механізмів та їх вузлів, що працюють в умовах абразивного зносу і хімічної корозії, важливе значення має створення і впровадження нових матеріалів і виробів, що перевершують за своїми властивостями інші відомі матеріали і в першу чергу чорні і кольорові метали. Необхідність у таких матеріалах викликається також тією обставиною, що в сучасній промисловості обладнання працює в складних умовах при високих температурах і тиску і підвищеному впливі агресивних середовищ.

Аналіз відомих аналогів виявив ряд недоліків у їх конструкціях. Так, металеві контейнери схильні активній корозії (навіть при виготовленні їх корпусів з нержавіючої сталі), а при тривалому зберіганні радіоактивних матеріалів у них метал корпусу неминуче стає джерелом вторинного рентгенівського випромінювання. Навпаки, залізобетонні та кам'яні контейнери істотно відрізняються від металевих великою вагою і низькою ударною міцністю, що призводить до високої вартості перевезення і певних труднощів при їх експлуатації.

У тезах пропонується використовувати кам'яне лиття для виготовлення контейнерів, які використовуватимуться для зберігання відходів. Серед нових синтетичних матеріалів найбільш ефективним заміником металів є кам'яне лиття, яке має високу хімічну стійкість, абразивний знос і хороші діелектричні властивості. Кам'янолітні вироби більш довговічні, ніж металеві крім того, при їх використанні підвищується гігієна праці і загальна культура виробництва.

В основу запропонованої технології поставлена задача удосконалити контейнер шляхом використання для його виготовлення матеріали з низькими показниками водопоглинання і високими антикорозійними властивостями з одночасним поліпшенням конструкції, за рахунок чого буде підвищена надійність і знижена його вартість.

У нашій країні є сприятливі умови для успішного розвитку каменеливарних виробництва. Під багатьох районах країни є високоякісна сировина у вигляді гірських порід базальтів, діабазів, гранітів, амфіболітів, сиєнітів та ін., а також металургійних шлаків. У більшості цих районів є достатня енергетична база. На базі зазначених сировинних ресурсів і енергетичних джерел в даний час проектується і будуються нові каменеливарних підприємства.

Для вирішення проблеми експлуатації контейнера для тривалого захоронення шкідливих відходів пропонується шляхом заміни металевого контейнера на кам'яний.

Список літератури

1. Матеріали Международной научно-практической конференции "Литье-2013" и "Металлургия-2013" в Запорожье.
2. **Єпішев М. В.** Розробка раціональних складів шлакоутворюючих сумішей на основі вторинних відходів для безперервного розливання слябів з підвищеною швидкістю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.16.02 «Металургія чорних і кольорових металів та спеціальних сплавів» / **М.В. Єпішев.** – Маріуполь, 2009. – 20 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЖИГАНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ

В большинстве стран мира основным способом подготовки железорудного сырья к доменной плавке является агломерация. Для производства 1 т агломерата расходуется приблизительно от 40 до 130 кг коксовой мелочи, которая является довольно дефицитным продуктом. Часть коксика заменяется более доступными видами технологического топлива, преимущественно антрацитовым штыбом.

С целью экономии твердого топлива, задаваемого в аглошихту, увеличивают подвод тепла от внешних источников, одним из которых является зажигательный горн. Зажигание аглошихты заключается в воспламенении твердого топлива в поверхностном слое шихты, потому главной задачей зажигания является нагрев этого слоя до такой температуры, при которой начнется процесс устойчивого горения частиц топлива в верхнем элементарном слое. В качестве топлива для зажигания аглошихты используют высококалорийное топливо, а именно: коксовый и природный газы, их смеси с доменным газом, а также мазут. Это позволяет поддерживать в горне окислительную атмосферу с повышенной концентрацией кислорода (6-7 %) [1], что способствует горению твердого топлива ещё в период пребывания аглошихты под зажигательным горном и повышению производительности агломашины.

Основными параметрами зажигания агломерационной шихты являются: температура, время и интенсивность зажигания, а также удельный расход тепла. Важнейшим из них является удельный расход тепла, от которого зависят многие параметры работы агломерационной машины и показатели качества готового агломерата. Например, при увеличении удельного расхода тепла с 38 МДж/м² до 75 МДж/м² выход годного агломерата повышается с 60 до 74 %, а содержание мелочи (выход класса 0-5 мм) уменьшается с 29 до 23 % [1]. Поэтому точное определение оптимального удельного расхода тепла на зажигание поверхностного слоя аглошихты является одной из основных задач совершенствования агломерационного процесса и повышения его эффективности.

Вопрос оценки оптимального удельного расхода тепла на зажигание разработан недостаточно и требует дальнейшего рассмотрения и изучения. Некоторые специалисты уделяют внимание этой проблеме, и одним из них является проф. Буторина И.В., которая разработала методику, основанную на тепловом балансе процесса зажигания поверхностного слоя шихты [2]. Идея этого расчета базируется на приравнивании приходных и расходных статей теплового баланса с последующим выведением зависимости для расчета удельного расхода тепла с учётом высоты верхнего элементарного слоя, который нужно прогреть до требуемой температуры. С использованием этой методики получены данные, которые довольно близки к действительным. Например, средняя удельная теплота зажигания шихты на агломерационных фабриках Украины по расчету И.В. Буториной составляет 0,23 ГДж/т агломерата, а на практике эта цифра достигает порядка 0,27 ГДж/т [1].

Анализ известной методики показал возможность ее усовершенствования путем внесения некоторых уточнений и дополнений, позволяющих сделать расчет теплового более представительным, учитывающим технологические особенности агломерационного процесса. Это относится к целесообразности предварительного составления материального баланса процесса зажигания и его использования при расчете теплового баланса, отказа от привязки расчета к общей высоте спекаемого слоя, учета тепловых потерь в системе «зажигательный горн - зажигаемый слой шихты» и др.

Сравнение расчетных значений удельного расхода тепла на зажигание с фактическими расходами позволит дать оценку эффективности зажигания агломерационной шихты.

Список литературы

1. Шурхал В. А. Расход тепловой энергии на внешний нагрев агломерационной шихты / В. А. Шурхал // Бюллетень научно-технической и экономической информации "Черная металлургия". - 1979. - № 1. - С. 3-6.
2. Буторина И. В. Расчет процесса зажигания агломерационной шихты / И. В. Буторина // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: зб. наук. пр. - 2003. - № 13. - С. 28-30.

УДК 622.023

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель
Криворожский национальный университет

СУЩНОСТЬ МЕТОДА ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОГРАФИИ

Основными механическими характеристиками горных пород являются предел прочности $\sigma_{сж}$ и модуль упругости E . На основе кристаллографии предел прочности кристалла $\sigma_{сж}$ можно определить следующим равенством: $\sigma_{сж} = F_{\max} \cdot N_{св}$, где F_{\max} - наибольшая сила притяжения между ионами элементарной ячейки кристалла, $N_{св}$ - число связей на единицу площади сечения, перпендикулярного направлению действия этой силы. Можно предположить, что деформации ионных кристаллов остаются упругими вплоть до разрыва ионных связей, т.е. наибольшей упругой деформации соответствует напряжение, которое равно пределу прочности.

Величину силы связи F_{\max} в ионных кристаллах можно найти, исходя из предположения, что ионы взаимодействуют между собой согласно закону Кулона. Пусть заряд каждого иона равен заряду электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$, К. Тогда максимальную силу притяжения между двумя ионами F_{\max} можно определить по формуле: $F_{\max} = (1/4\pi\epsilon_0) \cdot (e^2/r_0^2)$, Н, где ϵ_0 - электрическая постоянная, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; c - скорость света в вакууме, $c = 3 \cdot 10^8$, м/с.

Число связей $N_{св}$ на каждом квадратном сантиметре площади поперечного сечения кристалла, равно числу ионов $N_{ион}$, приходящихся на эту площадь, т.е. $N_{св} = N_{ион}$. При разрушении кристалла у каждого иона обрывается по одной связи. Число связей ионов в решетках Браве горных пород $n_{ион} = 4$. Каждая связь иона служит одновременно рассматриваемой ячейке и смежным ячейкам, т.е. число связей ионов в решетке в два раза меньше. В то же время, в элементарной ячейке кристаллов некоторых пород, например, гематита существует дополнительная ионная связь по диагонали параллелепипеда, которую нужно учитывать. Поперечное сечение элементарной ячейки кристалла определяется параметрами a, b . Для равновесного состояния должно соблюдаться равенство $a = b = r_0$. В таком случае, общее число связей ионов в решетке равно трем и число ионов $N_{ион}$ на каждом квадратном метре площади поверхности разрыва кристалла можно оценить такой формулой: $N_{ион} = N_{св} = 1/ab \approx n_{ион}/a^2$, $1/м^2$.

Зная величину максимальной силы взаимодействия между ионами F_{\max} и число связей на каждом квадратном метре поверхности разрыва кристалла $N_{св}$, можно оценить теоретическую величину предела прочности кристалла $\sigma_{сж,т} = F_{\max} \cdot N_{св} = 4,5 \cdot 10^9 \cdot k_f (e^2 n_{ион}) / a^4$, $Н/м^2$.

Теоретическая прочность кристаллов превышает величину, полученную из испытаний. Например, теоретический предел прочности железа равен 56 ГПа, тогда как практический предел - 280 МПа, т.е. больший в 200 раз [12]. Основная причина этого связана с присутствием и движением дислокаций и других дефектов кристаллического строения, трещин и т.п. Введем масштабный коэффициент k_m и получим расчетную формулу для оценки величины предела прочности $\sigma_{сж}$ рассматриваемой горной породы, $\sigma_{сж} = 4,5 \cdot 10^9 \cdot k_f (e^2 n_{ион}) / a^4$, $Н/м^2$. Согласно закону Гука в пределах упругой деформации напряжение $\sigma_{сж}$ пропорционально растяжению ϵ , т.е. $\sigma_{сж} = E \cdot \epsilon$, откуда модуль упругости кристалла горной породы $E = \sigma_{сж} / \epsilon$.

Результаты оценочного расчета напряжения сжатия $\sigma_{сж}$ и модуля упругости кристалла E , определяемые с помощью разработанного метода, соответствуют величинам, полученным экспериментальным путем. Так разрушающее напряжение руды на сжатие равно 90 МПа = $0,9 \cdot 10^8$ $Н/м^2$ (наш результат - $0,9 \cdot 10^8$ $Н/м^2$), модуль упругости - $1 \cdot 10^5$ МПа = $1,0 \cdot 10^8$ $Н/м^2$ (наш результат - $5,6 \cdot 10^8$ $Н/м^2$). Разработанный авторами метод позволяет с удовлетворительной точностью дать оценку механических характеристик горных пород, таких как предел прочности горной породы $\sigma_{сж}$ и модуль упругости E . Прогнозная оценка механических характеристик горных пород по предлагаемой методике позволяет исключить принятие грубых ошибочных технологических решений при выполнении проектных работ по добыче полезных ископаемых.

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОГРАФИИ**

Механические свойства горной породы, как твердого тела, связаны с ее структурой, с молекулярными силами сцепления ее компонент. Структура горной породы является ее важнейшим диагностическим и классификационным признаком наряду с минералогическим и химическим составом, и связана с особенностями ее строения, формой, размерами и пространственными взаимоотношениями отдельных частиц породы, что все вместе определяет ее механические свойства. Получил широкое распространение методом оценки механических характеристик горных пород путем испытания горных пород на одноосное сжатие. Согласно действующим стандартам для определения прочности горных пород на сжатие требуется испытывать от 6 до 10 образцов из каждого слоя породы. Суммарная длина скважины, из которой получают образцы, в несколько раз превышает полезную длину столбиков керна требуемых размеров. Авторами ранее предложен метод определения физико-механических свойств горных пород на основе модели кристаллического строения вещества. Однако некоторые положения этой работы требуют уточнения.

Таким образом, применяемые в настоящее время методы общей оценки механических характеристик горных пород отличаются значительной трудоемкостью, не обеспечивая при этом необходимой точности полученных результатов.

Построение модели структуры горной породы. Кристаллы горных пород с определенной химической формулой имеют присущую им кристаллическую структуру. В узлах кристаллической решетки помещаются положительно и отрицательно заряженные ионы. Связь между такими частицами называется гетерополярной или ионной. При ионной связи внешние электроны атомов первого элемента переходят на внешние орбиты атомов другого элемента, образуя устойчивые конфигурации. Элементарная ячейка кристалла - это параллелепипед, построенный на векторах трансляции a, b, c . Периоды трансляции атомов по осям - параметры решетки, равны, соответственно, a, b, c . Силы взаимодействия между узлами являются в основном электростатическими - кулоновскими.

При исследованиях упругих свойств таких кристаллов их можно считать однородной непрерывной средой. При таком приближении для описания состояния кристалла можно использовать закон Гука и второй закон Ньютона.

Прочность кристаллических горных пород определяется в первую очередь силами взаимодействия между атомами или ионами и типом кристаллической решетки. Между ионами одновременно действуют силы притяжения и отталкивания. Силы отталкивания при уменьшении расстояния между атомами возрастают быстрее, чем силы притяжения. В связи с этим существует расстояние r_0 , при котором силы притяжения и отталкивания уравновешиваются, а результирующая сила равна нулю. При расстоянии между атомами меньше равновесного ($r < r_0$) преобладают растягивающие силы, а при большем ($r > r_0$) - преобладающими являются силы притяжения. Можно считать, что при равновесном состоянии $r_0 = (r_1 + r_2)$, где r_1 и r_2 соответственно радиусы соседних ионов кристалла, а также, что $r_0 = a$ (a - параметр решетки).

При растяжении кристалла породы его предел прочности определяется максимальной величиной результирующей силы межатомного притяжения, приходящейся на единицу площади сечения разрыва, перпендикулярного к направлению действия силы. Обозначим через r_0 расстояние между центрами ионов для случая, когда результирующая сила межатомного взаимодействия достигает максимального значения. При дальнейшем увеличении расстояния между атомами силы взаимодействия становятся настолько малыми, что связи между атомами обрываются. Пусть величина наибольшей силы притяжения между ионами элементарной ячейки кристалла равна F_{\max} , а число связей на единицу площади сечения этой ячейки, перпендикулярного направлению этой силы - $N_{св}$. Тогда предел прочности кристалла $\sigma_{сж}$ можно определить следующим равенством: $\sigma_{сж} = F_{\max} N_{св}$.

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, ст. научн. сотр.,
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОТЫ СЛОЯ МАТЕРИАЛА «ПОСТЕЛИ» НА КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКЕ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Комплекс оборудования, при помощи которого реализуется способ стабилизации высоты слоя материала «постели» на колосниковой решетке агломерационной машины по патенту Украины №101055 авторов Ю.С. Рудь, В.Г. Кучер содержит окомкователь, наклонный ленточный конвейер с рамой и транспортерной лентой. Верхняя часть рамы ленточного конвейера закреплена шарнирно, а нижняя часть - соединена со штоком подъемника. Комплекс оборудования включает также загрузочный бункер «постели», питатель, датчик высоты слоя «постели», регулятор с задатчиком, исполнительный механизм, подвижную тележку с колосниковой решеткой, на которой загружен слой «постели» высотой H и слой кондиционной шихты.

Шихта, состоящая из тонкомолотых железорудных концентратов, руды, известняка, топлива и материала возврата, подается в окомкователь для придания ей определенных свойств и структуры. Окомкованная в устройстве шихта состоит из отдельных гранул округлой формы разного диаметра. Мелкие фракции шихты включают гранулы крупностью 3-8 мм. Частицы руды и материала возврата, которые имеют размеры большие, чем 3-8 мм и угловую форму, превращаются в гранулы шихты крупностью 12-25 мм. С увеличением размеров гранул шихты содержание топлива в них уменьшается, поэтому наличие этого материала в верхних и средних слоях шихты на решетке, нежелательно. Крупный материал рационально помещать в нижние слои шихты колосниковой решетки, то есть использовать его в качестве материала «постели». Тогда его влияние на ход процесса спекания становится позитивным.

Окомкованную шихту подают на среднюю часть транспортерной ленты наклонного конвейера. Так как верхняя часть рамы конвейера закреплена шарнирно и может вращаться, а нижняя часть рамы соединена со штоком подъемника, то наклон конвейера к горизонту можно менять. На транспортерной ленте осуществляется процесс разделения шихты по гранулометрическому составу на два класса. Фракции крупностью +12 мм, которые в дальнейшем используются как материал «постели», под действием сил гравитации скатываются по транспортерной ленте конвейера в направлении его нижней части. Затем этот материал подается барабанным питателем в бункер и далее - на колосниковую решетку подвижных тележек. Фракции шихты крупностью +12 мм используются для формирования слоя «постели» высотой H . Шихта фракции крупностью -12 мм перемещается в направлении верхней части конвейера, а затем загружается на слой «постели» для формирования слоя кондиционной шихты заданной величины.

Объемы, параметры и соотношения материалов «постели» и кондиционной шихты регулируется путем изменения угла наклона конвейера с помощью автоматического регулятора. В процессе регулирования измеряют фактическую высоту «постели» на колосниковой решетке агломерационной машины H и сравнивают результаты измерения с величиной, заданной задатчиком. При отклонении высоты постели H от заданного значения регулятор вырабатывает сигнал соответствующей величины и знака, который подается на исполнительный механизм подъемника. При положительном значении разницы фактической высоты постели $H_{факт}$ с заданной величиной $H_{задан}$ исполнительный механизм подъемника уменьшает угол наклона ленточного конвейера, а при отрицательном значении разницы высот - угол наклона ленточного конвейера увеличивают до заданной высоты слоя постели $H_{задан}$ на колосниковой решетке.

Применение предлагаемого способа стабилизация высоты слоя «постели» на колосниковой решетке агломерационной машины обеспечивает стабильность высоты слоя «постели» и слоя кондиционной шихты, что создает благоприятные условия для процессов зажигания и спекания шихты.

Материалом «постели» служат крупные фракции окомкованной шихты, имеющие меньшую концентрацию топлива, в то время как в верхних слоях шихты концентрация топлива будет выше.

Рациональное распределение фракций агломерационной шихты по высоте слоя на колосниковой решетке обеспечивает положительное влияние на такие характеристики слоя, как газопроницаемость и распределение топлива по его высоте, оптимизирует процессы спекания шихты, обеспечивает существенную экономию топлива.

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, ст. научн. сотр.,
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

К ВОПРОСУ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОТЫ СЛОЯ МАТЕРИАЛА «ПОСТЕЛИ» НА КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКЕ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Агломерация тонкоизмельченных железных руд перед доменной плавкой позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели работы доменных печей, увеличить их производительность. Процесс агломерации (спекания) реализуется на специальном технологическом агрегате - агломерационной машине. Главной частью агломерационной машины является комплект спекательных тележек, снабженных колосниковой решеткой. Тележки перемещаются по замкнутым направляющим, включающим прямолинейные верхний и нижний участки, криволинейные участки в головной и хвостовой (разгрузочной) частях машины. На колосниковую решетку непрерывно движущихся тележек загружают толщиной 30-50 мм подстилочный материал - «постель», состоящую из кусков агломерата размером 12-25 мм, а сверху укладывают шихту слоем 150-600 мм.

Слой «постели» предназначен для защиты колосников от перегрева, следовательно, для увеличения их долговечности, исключает приплавление кусков агломерата к колосникам, обеспечивая его свободный сход с решетки, а также уменьшает просыпь шихты через щели решетки. Недостаточное количество материала «постели» на колосниковой решетке приводит к ухудшению процесса спекания агломерата, снижению его качества, вызывает пригары, вредные прососы, унос мелких фракций шихты в вакуум-камеры. На количество материала «постели» существенное влияние оказывает конструкция загрузочного устройства агломерационной машины.

«Постель» препятствует просыпанию шихты через зазоры между колосниками (до 6 мм), уменьшает вынос пыли. Кроме того, слой «постели» на конечной стадии процесса агломерации, когда температура слоя агломерата достигает 1300-1500 °С, предохраняет колосниковую решетку от воздействия высоких температур, повышая ее стойкость и предотвращает приваривание пирога готового агломерата к колосниковой решетке.

Анализ публикаций по теме исследований позволяет сделать вывод о значительном влиянии качества материала «постели» на ход процесса спекания шихты и качества готовой продукции. Однако, применяемое на агломерационных фабриках технологическое оборудование не обеспечивает стабильной подачи материала «постели» на колосниковую решетку как по высоте слоя «постели», так и по ширине колосниковой решетки.

Авторы в своих работах приводят описание устройства для выделения «постели» с материала шихты до ее окомкования и загрузки на колосниковую решетку агломерационной машины с помощью ленточного конвейера, установленного под углом 15-30°, верхний конец рамы которого подвешен шарнирно, а противоположный - соединен со штоком подъемника. При помощи этого устройства с неокомкованной шихты выделяются крупные фракции, которые в дальнейшем используются как материал «постели». Недостатком устройства является низкая эффективность выделения из неокомкованной шихты необходимого объема материала «постели» крупностью +12 мм, который зависит от размера, формы и удельного веса частичек шихты.

Кроме того, высота слоя «постели», при использовании данного устройства, зависит от количества материала возврата, полученного в процессе спекания шихты, что в свою очередь приводит к колебаниям производительности агломерационной машины и качества агломерата.

На базе данного устройства авторы доклада разработали способ стабилизации высоты слоя материала «постели» на колосниковой решетке агломерационной машины, который включает разделение окомкованной шихты по крупности на две фракции – материал «постели» и кондиционную шихту. Разделение происходит с помощью наклонного ленточного конвейера с переменным углом наклона с последующей загрузкой выделенных фракций материала «постели» на колосниковую решетку, а кондиционной шихты - поверх слоя «постели». Предложенный способ защищен патентом Украины №101055 «Спосіб завантаження постелі на колосникові грати агломераційної машини» авторов Ю.С. Рудь, В.Г. Кучер.

Для формирования «постели» целесообразно использовать шихту фракции +12 мм.

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, ст. научн. сотр.,
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОЦЕССУ ВЫДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА «ПОСТЕЛИ» И ЕЕ ЗАГРУЗКИ НА КОЛОСНИКОВУЮ РЕШЕТКУ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Наличие в шихте кусков агломерата размером 12-25 мм негативно влияет на ход процесса спекания, так как крупные куски плохо усваиваются расплавом и создают мелкие ослабления массива агломерата. Оптимальным считается крупность возврата, поступающего на дозирование шихты, 4-6 мм. Предложено в качестве материала «постели» использовать выделенную из неокомкованной шихты фракцию +12 мм. Для этой цели использовались вибрационные грохоты, встроенные в цепь выделения и загрузки материала «постели» на колосниковую решетку.

Однако из-за высокой влажности и слипаемости материала шихты просеивающая поверхность грохотов быстро забивалась и их эффективность резко снижалась до недопустимого уровня. Поэтому от такой схемы отказались, бункеры «постели» были демонтированы, а фракцию +12 мм неокомкованной шихты подавали в загрузочный бункер агломерационной машины для ее укладки на колосниковую решетку спекательных тележек. Е.Ф. Вегман отмечает, что крупные частицы возврата не содержат топлива и поэтому при спекании шихты прогреваются и плавятся за счет углерода, содержащегося в свежей шихте. Центральная зона крупных частиц возврата прогревается недостаточно и плохо усваивается расплавом, что усиливает неоднородность агломерата и снижает его прочность. Установлено, что в слипшихся кусках больших диаметров выше содержание крупных фракций шихты. Вследствие этого уменьшается суммарная площадь поверхности частиц, находящихся внутри куска, а также количества воды, необходимой для смачивания этих частиц. Результаты этих исследований хорошо согласуются с выводами, сделанными ранее В.И. Коротичем. Кроме того им разработаны теоретические основы процессов горения углерода твердого топлива шихты, окислительно-восстановительных процессов при агломерации железорудных материалов, получены зависимости глубины развития окислительно-восстановительных процессов от различных технологических параметров, влияния величин удельного расхода воздуха на агломерационный процесс. А.Г. Астаховым и Н.В. Федоровским описаны существующие схемы автоматизации на действующих агломерационных фабриках, предложены пути дальнейшей автоматизации агломерационных процессов. Коллективом авторов во главе с И.М. Богаенко рассмотрены основные направления по разработке, проектированию и эксплуатации систем автоматического управления процессами окускования железорудного сырья. Предложены методики исследований технологических процессов с целью их автоматизации, приведены математические модели процессов окускования.

Анализ вышеназванных работ дает возможность сделать важный вывод о значительном влиянии качества материала «постели» на ход процесса спекания шихты и качества готовой продукции. «Постель» препятствует просыпанию шихты через зазоры между колосниками (до 6 мм), уменьшает вынос пыли. Кроме того, слой «постели» на конечной стадии процесса агломерации, когда температура слоя агломерата достигает 1300-1500 °С, предохраняет колосниковую решетку от воздействия высоких температур, повышая ее стойкость и предотвращает приваривание пирога готового агломерата к колосниковой решетке. Однако, применяемое на агломерационных фабриках технологическое оборудование не обеспечивает стабильной подачи материала «постели» на колосниковую решетку, как по высоте слоя «постели», так и по ширине колосниковой решетки. Таким образом, в настоящее время материал «постели» окончательно не выбран, а применяемое технологическое оборудование не обеспечивает заданных параметров слоя «постели» на колосниковой решетке агломерационной машины.

Предложен новый подход к выделению материала «постели», а также его загрузки на колосниковую решетку агломерационной машины с использованием системы автоматического регулирования. Материалом «постели» служат крупные фракции гранулированной шихты, имеющие меньшую концентрацию топлива.

Предложена система автоматической стабилизации высоты слоя «постели» на колосниковой решетке агломерационной машины, которая обеспечивает стабильность высоты слоев «постели» и кондиционной шихты.

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, ст. научн. сотр.,
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

НАЗНАЧЕНИЕ И СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА «ПОСТЕЛИ» И ЕЕ ЗАГРУЗКИ НА КОЛОСНИКОВУЮ РЕШЕТКУ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Агломерация тонкоизмельченных железных руд перед доменной плавкой позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели работы доменных печей, увеличить их производительность. Процесс агломерации (спекания) реализуется на специальном технологическом агрегате - агломерационной машине. Главной частью агломерационной машины является комплект спекательных тележек, снабженных колосниковой решеткой. На колосниковую решетку непрерывно движущихся тележек загружают толщиной 30-50 мм подстилочный материал - «постель», а сверху укладывают шихту слоем 150-600 мм. Материал «постели» получают путем отсева из спеченного материала кусков агломерата размером 12-25 мм.

Другой способ получения материала «постели» - смешивание полученного при спекании материала возврата крупностью 4-6 мм с другими компонентами шихты, их окомкование и выделение на грохотах из шихты фракции +12 мм.

Слой «постели» предназначен для защиты колосников от перегрева, следовательно, для увеличения их долговечности, исключает приплавление кусков агломерата к колосникам, обеспечивая его свободный сход с решетки, а также уменьшает просыпь шихты через щели решетки. Недостаточное количество материала «постели» на колосниковой решетке приводит к ухудшению процесса спекания агломерата, снижению его качества, вызывает пригары, вредные прососы, унос мелких фракций шихты в вакуум-камеры. На количество материала «постели» существенное влияние оказывает конструкция загрузочного устройства агломерационной машины.

Для загрузки шихты и материала «постели» на колосниковую решетку используют загрузочные устройства, включающие бункер «постели», барабанный питатель или электровибрационный питатель и наклонный загрузочный лоток. Загрузочный лоток может иметь реечный механизм изменения высоты установки лотка и механизм изменения угла наклона лотка с приводом. Недостатком известных загрузочных устройств является то, что барабанный питатель дополнительно уплотняет шихту, снижая ее газопроницаемость, что обусловлено конструктивными особенностями барабанного питателя, не удобен для автоматизации. Кроме того, для выделения материала «постели» из шихты и подачи ее на решетку требуется специальное оборудование: вибрационный грохот, тракт постели, питатель постели. Выдача шихты вибрационным питателем сопровождается ссыпанием шихты с загрузочного лотка и периодическим скалыванием слоя, падением шихты отдельными порциями. В том и другом случаях на колосниковую решетку шихта попадает дополнительно уплотненной и количество постели выделяется явно недостаточное, что ведет к ухудшению процесса спекания агломерата. На некоторых агломерационных фабриках загрузка материала «постели» на колосниковую решетку агломерационной машины производится маятниковым или барабанным питателями. Первым питателем на колосниковую решетку укладывают слой «постели» - агломерата крупностью 10-20 мм без топлива, вторым - барабанным питателем, укладывают кондиционную шихту.

В процессе промышленной эксплуатации технологического оборудования агломерационных фабрик проявилось ряд серьезных недостатков известных схем выделения и загрузки материала «постели» на колосниковую решетку агломерационной машины. Прежде всего - это усложнение технологической схемы фабрики, неудовлетворительная работа оборудования тракта выделения и загрузки материала «постели», ухудшения процесса спекания и качества готового продукта из-за наличия в шихте, загруженной на колосниковую решетку, кусков агломерата размером 12-25 мм, попадание значительных объемов просыпи мелкой шихты в газовый коллектор и др. Эти недостатки привели к тому, что на большинстве агломерационных фабрик оборудование цепи выделения и загрузки материала «постели» на колосниковую решетку было исключено из технологической схемы агломерационной фабрики, а агломерат фракции 12-25 мм направлялся или в готовый продукт, или в шихтовое отделение для его использования как компонента шихты.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИРИТА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

В данной работе на примере железосодержащего минерала пирита раскрывается содержание метода теоретической оценки механических характеристик горных пород на основе модели их кристаллического строения. Пирит это дисульфид железа координационного строения. Формула: FeS_2 , кристаллизуется в кубической сингонии с кубической гранецентрированной (ГЦК) решеткой Браве. Координационное число ГЦК решетки пирита равно 4 (К4). Параметры ячейки ГЦК $a=0,541 \text{ нм}=5,41 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA}=10^{-10} \text{ м}$).

Вычисление сил связи F_{max} в ионных кристаллах, предела прочности $\sigma_{\text{сж}}$ и модуля продольной упругости E кристалла пирита. Силы, удерживающие частицы в кристалле пирита, имеют ту же природу, что и межатомные силы, обеспечивающие существование сложных молекул. В основном, это силы электростатического притяжения разноименно заряженных частиц (электроны и ядра) и отталкивания одноименно заряженных частиц (электроны и электроны, ядра и ядра) [2]. Поэтому можно предположить, что ионы кристалла пирита взаимодействуют между собой согласно закону Кулона. В модели кристалла рядом расположенные чередующиеся ионы имеют противоположные знаки. Равновесное состояние кристалла достигается тогда, когда расстояние между ионами r_0 равно параметру кристаллической решетки a . Для кристаллов пирита с кубической гранецентрированной решеткой и параметром ячейки $a=5,41 \text{ \AA}$, расстояние $r_0=d=5,41 \text{ \AA} \approx 5,4 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

Пусть заряд рядом расположенных чередующихся ионов кристалла пирита равен заряду электрона $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ К}$. Тогда максимальная сила притяжения между двумя рядом расположенными ионами равна $F_{\text{max}} = 9 \cdot 10^9 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2 / (5,4 \cdot 10^{-10})^2 = 0,79 \cdot 10^{-9} \approx 0,8 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$.

Число ионов $N_{\text{ион}}$ на каждом квадратном метре площади поверхности разрыва кристалла можно оценить формулой $N_{\text{ион}} \approx 2 / (5,4 \cdot 10^{-10})^2 = 0,037 \cdot 10^{19} \text{ 1/м}^2$.

Число связей, которые приходятся на единицу площади поперечного сечения кристалла, равно числу ионов $N_{\text{св}}=N_{\text{ион}}$. Зная величину максимальной силы взаимодействия между ионами F_{max} и число ионов на каждом квадратном метре поверхности разрыва кристалла $N_{\text{ион}}$, можно оценить теоретическую величину предела прочности кристалла пирита

$$\sigma_{\text{сж.т}} = 0,8 \cdot 10^{-9} \cdot 0,37 \cdot 10^{19} / 0,296 \cdot 10^{10} \approx 3,0 \cdot 10^9 \text{ Н/м}^2.$$

Известно, что теоретическая прочность кристаллов превышает величину, полученную из испытаний материалов, на несколько порядков. Например, теоретический предел прочности железа равен 56 ГПа, тогда как практический предел - 280 МПа, т.е. больший в 200 раз. Введем в формулу масштабный коэффициент $k_{\text{мк}}=56000/280=200$, и получим оценку величины предела прочности пирита $\sigma_{\text{сж}}=0,8 \cdot 10^{-9} \cdot 0,37 \cdot 10^{19} / 200 = 0,296 \cdot 10^8 \approx 1,5 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2, \text{ Н/м}^2$.

Деформация ионных кристаллов остается упругой вплоть до разрыва ионных связей. Опыты с самыми прочными кристаллами показали, что максимальная относительная упругая деформация ε_{max} перед их разрушением не превышает (10-15)%. Пусть $\varepsilon_{\text{max}} \approx 12\% = 0,12$. Тогда оценка величины модуля продольной упругости E кристаллической горной породы – пирита будет следующей: $E = \sigma_{\text{сж}} / \varepsilon = 0,12 \approx 1,25 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$.

Результаты оценочного расчета напряжения сжатия $\sigma_{\text{сж}}$ и модуля продольной упругости кристалла пирита E , достаточно точно соответствуют величинам, полученных экспериментальным путем. Так разрушающее напряжение пирита на сжатие равно $1280 \cdot 10^5 \text{ Па} = 1,28 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$ - наш результат - $1,5 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$ (отклонение 17%), модуль продольной упругости $14 \cdot 10^{10} \text{ Па} = 14 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$ - наш результат - $12,5 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$ (отклонение 12%).

Выводы. Пользуясь моделью кристаллического строения вещества можно с удовлетворительной точностью дать оценку механических характеристик горных пород, таких как предел прочности горной породы $\sigma_{\text{сж}}$ и модуль продольной упругости E , которые являются главными параметрами деформационных свойств горных пород.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕМАТИТА НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОГРАФИИ

Известные методы определения механических характеристик горных пород трудоемки, требуют наличия специального оборудования и аппаратуры, связаны со значительными затратами времени. Для некоторых горных пород известные методы неприемлемы вообще по тем или иным причинам. Поэтому разработка метода теоретической оценки механических характеристик горных пород на основе нового принципа, а именно на основе науки кристаллографии, является важной и актуальной задачей.

В данной работе содержание метода оценки механических характеристик горных пород раскрывается на основе модели их кристаллического строения на примере железосодержащего минерала гематита. Гематит это окисел железа Fe_2O_3 , который имеет кристаллическую решетку Браве сложного строения - ромбоэдрическую. Параметры ячейки ГЦК $a=0,553$ нм= $5,03 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA}=10^{-10}$, м). Число формульных единиц - 6.

Силы, удерживающие частицы в кристалле гематита, имеют ту же природу, что и межатомные силы, обеспечивающие существование сложных молекул. Поэтому можно предположить, что ионы кристалла пирита взаимодействуют между собой согласно закону Кулона. Пусть заряд ионов кристалла пирита равен заряду электрона $e=1,6 \cdot 10^{-19}$, К. Равновесное состояние кристалла достигается тогда, когда расстояние между ионами r_0 равно параметру кристаллической решетки a . Тогда максимальная сила притяжения между двумя рядом расположенными ионами $F_{\max} = 9 \cdot 10^9 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2 / (5,0 \cdot 10^{-10})^2 \approx 0,9 \cdot 10^{-9}$, Н.

Общее число связей ионов в решетке равно трем и число ионов $N_{\text{ион}}$ на каждом квадратном метре площади поверхности разрыва кристалла гематита можно оценить с помощью следующей формулы $N_{\text{ион}} \approx 3 / (5,0 \cdot 10^{-10})^2 = 0,12 \cdot 10^{20} = 1,2 \cdot 10^{19}$, Н/м^2 .

Оценим число ионов $N_{\text{ион}}$, которые находятся на единице площади поверхности разрыва кристалла. Пусть поверхность разрыва кристалла проходит по плоскости, параллельной основанию куба решетки с параметром решетки a . Число связей, которые приходятся на единицу площади поперечного сечения кристалла гематита, равно числу ионов $N_{\text{св}}=N_{\text{ион}}$. Зная величину максимальной силы взаимодействия между ионами F_{\max} и число ионов на каждом квадратном метре поверхности разрыва кристалла $N_{\text{ион}}$, можно оценить теоретическую величину предела прочности кристалла гематита по формуле $\sigma_{\text{сж,т}}=0,8 \cdot 10^{-9} \cdot 0,37 \cdot 10^{19} / 200 = 0,296 \cdot 10^8 \approx 1,5 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$.

Известно, что теоретическая прочность кристаллов превышает величину прочности, полученную из испытаний материалов, на несколько порядков. Введем в формулу масштабный коэффициент $k_{\text{мк}}=56000/280=200$, и получим оценку величины предела прочности гематита $\sigma_{\text{сж}}=0,9 \cdot 10^{-9} \cdot 1,2 \cdot 10^{19} / 200 = 0,54 \cdot 10^8 \approx 5,4 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$.

Деформация ионных кристаллов остается упругой вплоть до разрыва ионных связей. Пусть максимальная относительная упругая деформация $\varepsilon_{\max}=0,03$ %. Тогда оценка величины модуля продольной упругости E кристаллической горной породы гематита возможна по формуле $E=\sigma_{\text{сж}}/\varepsilon=5,4 \cdot 10^7 / 0,0003 \approx 18,0 \cdot 10^{10}$, Н/м^2 . Результаты оценочного расчета напряжения сжатия $\sigma_{\text{сж}}$ и модуля продольной упругости кристалла гематита E , определяемые с помощью полученных нами уравнений, достаточно точно соответствуют величинам, полученных экспериментальным путем. Так разрушающее напряжение гематита на сжатие равно $600 \cdot 10^5$, Па = $6,0 \cdot 10^7$, Н/м^2 - наш результат - $5,4 \cdot 10^7$, Н/м^2 , модуль продольной упругости $21,2 \cdot 10^{10}$, Па= $21,2 \cdot 10^{10}$, Н/м^2 - наш результат - $18 \cdot 10^{10}$, Н/м^2 .

Выводы. Таким образом, пользуясь моделью кристаллического строения вещества можно с удовлетворительной точностью дать оценку механических характеристик горных пород, таких как предел прочности горной породы $\sigma_{\text{сж}}$ и модуль продольной упругости E . Проверка предложенного метода на примере кристалла гематита показала удовлетворительную сходимость расчетных и экспериментальных результатов.

С.И. МАЛИНОВСКАЯ, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет
Ю.А. МАЛИНОВСКИЙ, Г.В. ДАНИЛИНА, кандидаты техн. наук, доц.
Криворожский колледж Национального авиационного университета

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВИБРАЦИЙ БУРОВОГО СТАВА ПРИ РАБОТЕ КАРЬЕРНЫХ СТАНКОВ ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ

Для успешного конструирования и модернизации современных высокопроизводительных и надежных буровых станков и бурового инструмента к ним необходима достоверная информация об источнике возникновения динамических нагрузок става и характере их протекания при бурении.

До настоящего времени не созданы достоверные инженерные методики для расчетов станков шарошечного бурения с учетом динамических режимов при их работе.

Особенности работы буровых ставов реальных станков типа СБШ, анализ ряда публикаций позволяют допустить, что буровой став испытывает сложные деформации под действием сжимающих, крутящих и изгибающих силовых факторов. Причем, указанные силовые факторы при работе станка имеют значительные динамические составляющие. Отметим, что при бурении скважин глубиной, приближающейся к высоте «уступа» буровой став может несколько раз потерять упругую устойчивость, то есть став приобретет форму волновой линии с несколькими периодами под воздействием как сжимающих P_n , так и крутящих силовых факторов $M_{кр}$. Поэтому критическая сила $P_{кр}$, вычисленная по формуле Эйлера дает существенную погрешность.

Кроме того, при оценке динамического нагружения бурового става и всего станка в целом, возникает вопрос, как при постоянном усилии подачи станка P_n и постоянном моменте на вращателе $M_{кр}$ в системе привод вращателя – буровой став – мачта возбуждаются весьма опасные колебания става и всего станка в целом.

Для описания механизма возникновения вибраций будем исходить из того, что шарошечное долото, внедряемое в горную породу, встречает со стороны забоя сопротивление его вращению. При этом, потенциальной энергии бурового става оказывается недостаточно для преодоления этого сопротивления. В такие моменты долото или существенно снижает угловую скорость своего вращения, либо останавливается.

В это время верхний конец бурового става продолжает вращаться и потенциальная энергия бурового става накапливается. Когда потенциальной энергии будет достаточно для проворачивания долота, происходит скачкообразный срыв долота и существенно возрастает скорость его вращения.

Таким образом, возникают крутильные колебания по всей длине става.

В момент интенсивного закручивания бурового става длина его существенно уменьшается, а при раскручивании - увеличивается пропорционально углу раскручивания, то есть происходят периодические изменения длины бурового става, которые при взаимодействии бурового долота с забоем приводят к продольным колебательным процессам в бурильной колонне и вибрациям всего станка в целом.

Будем полагать, что под действием сжимающей силы P_n и крутящего момента $M_{кр}$ буровой став в скважине может потерять продольную устойчивость. Считая величины P_n и $M_{кр}$ постоянными, авторами приведено условие устойчивости бурового става, которое, в отличие от формулы Эйлера, зависит от P_n и $M_{кр}$.

Таким образом, для расчетов бурового става на устойчивость нами рекомендована критериальная зависимость, которую необходимо использовать при выборе параметров режимов бурения и конструктивных элементов станка.

Кроме того, в результате непрерывного изменения физико-механических свойств горной породы для стабилизации работы станка, рекомендуется применение автоматического регулятора режимов бурения, оптимальная настройка которого должна непрерывно вестись как по крутящему моменту на вращателе $M_{кр}$, так и по продольному усилию подающего механизма P_n .

С.И. МАЛИНОВСКАЯ, канд. техн. наук, доц., М. КОСЯК, студент,
Криворожский национальный университет,
Ю.А.МАЛИНОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц., Р. КОРОТКИХ, курсант,
Криворожский колледж Национального авиационного университета

ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ КОНВЕЙЕРНЫХ ПОЕЗДОВ СО СТАЦИОНАРНЫМИ ПРИВОДАМИ

Основным преимуществом рассматриваемой транспортной системы является отсутствие контактной сети вдоль трассы следования конвейерного поезда. Поэтому тяговое усилие, развиваемое приводным двигателем, делит весь состав поезда на растянутую и сжатую части.

Рассмотрим некоторые особенности конструкции и работы двигателей ЛАД с целью определения тяговых усилий и мощностей стационарных приводов с ЛАД. Отметим, что привод системы "Sekkam" при наличии надежного сцепления ведущего пневмоколеса и направляющих (для вагонетки) является надежной электромеханической системой и способ передачи тягового усилия на состав не отличается от поездов с ЛАД.

Линейный электродвигатель (ЛАД) состоит из двух основных частей: первичной и вторичной. Первичная часть, в состав которой входит обмотка и токоподвод, является индуктором (или плоским статором), а вторичная - видоизменяемым ротором двигателя, развернутым на плоскости. Между первичной и вторичной частями двигателя имеется воздушный зазор. При подаче напряжения в обмотках первичной части появляется электрический ток, возникает бегущее магнитное поле, которое в результате магнитной индукции взаимодействует с вторичной частью и вызывает продольное сдвигающее усилие. Если одну часть двигателя первичную или вторичную закрепить неподвижно, то другая (свободная) будет перемещаться со скоростью несколько меньшей скорости бегущего магнитного поля за счет электрического скольжения). Соединение движущейся части двигателя с тяговым элементом конвейерного поезда обеспечивает поступательное движение поезда по рельсовому пути без редукторов, муфт и других передаточных механизмов. При неподвижной первичной части и подвижной вторичной токоподвод к обмоткам электродвигателя будет стационарным. Первичная часть плоского линейного двигателя состоит из набора тонких штампованных листов, из электротехнической стали, собранных в единый пакет - магнитопровод. В листах имеются пазы (поперечные), в которых укладывается обмотка из медного провода. Вторичная часть представляет собой продольно расположенный металлический сердечник, например, полосу, расположенную вдоль тележки поезда. Материал вторичной части и зазор между первичной и вторичной частями определяют КПД и тяговое усилие двигателя.

Для создания мощного магнитного потока вторичная часть должна иметь низкое магнитное сопротивление и одновременно низкое активное сопротивление.

Поэтому вторичную часть необходимо изготовить из стали с медными или алюминиевыми накладками.

К преимуществам ЛАД относятся бесконтактная непосредственная передача тягового усилия к грузонесущему полотну конвейерного поезда, возможность установки нескольких ЛАД последовательно с минимальным шагом.

Применять ЛАД в системе конвейерных поездов наиболее рационально при скорости движения состава, превышающей 3,0 м/с.

При разработке конвейерного поезда для условий конкретной угольной (рудной) шахты или рудного карьера будем руководствоваться техническими характеристиками рассмотренных приводов, а также условиями для соблюдения правил безопасной эксплуатации конвейерных поездов.

Для реализации требуемой расчетной производительности подвижного состава конвейерного поезда каждая приводная станция (*k*-я) должна развить мощность, которая обеспечит перемещение поезда со средним продольным усилием F_k и средней скоростью V , т.е.

$$N_k = \frac{F_k V}{1000 \eta}$$

В приведенном выражении η - КПД приводной станции (привода).

В. В. КУЧМА, канд. техн. наук, доц., В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст.препод.,
Криворожский национальный университет

УСИЛИЯ В ПРИВОДНОМ КАНАТЕ НАКЛОННОГО КАНАТНОГО ПОДЪЕМНИКА (ФУНИКУЛЕРА)

При расчете на прочность приводного каната наклонного канатного подъемника учитываются нагрузки, возникающие в переходных процессах. В частности, максимальное динамическое усилие P_1 возникает при трогании вагона из крайнего нижнего положения фуникулера [1,2]. При этом под действием мгновенного приложенного тягового усилия в механической системе привод-канат-вагон возникают свободные колебания. Амплитуда этих колебаний определяет максимальное значение P_1 . Период τ свободных колебаний зависит от жесткости каната (как упругого элемента), масс привода, каната и вагона.

Однако, в пусковом периоде не рассмотрена еще одна фаза движения, при которой в канате возникает еще одно динамическое усилие P_2 . Это усилие, которое сообщает точке набегания каната на барабане ускорение a , при котором канат и вагон за время разбега t_p должны набрать крейсерскую скорость V . Ускорение a и скорость V номинируются СНиП. Ускоренное движение точки набегания вызывает в канате нормальное напряжение $\sigma(x)$, а, следовательно, и усилие $P_2(x)$.

Если период колебаний $\tau \leq t_p$, то упругие силы P_1 и P_2 одного знака, их следует суммировать. Они будут складываться при длине каната.

$$l \leq \frac{\frac{G_b \sin \alpha}{A_0} \pm \sqrt{\frac{G_b^2 \sin^2 \alpha}{A_0^2} + \frac{E_k \gamma V^2 g \cdot \sin \alpha}{2\pi^2 a^2}}}{\gamma \sin \alpha}; \quad (1)$$

где G_b - вес вагона, Н; A_0 - площадь поперечного сечения каната, м^2 ; α - угол наклона рельсового пути к горизонту, град; E_k - модуль упругости каната, Н/м^2 ; g - ускорение свободного падения, м/с^2 ; γ - удельный вес каната, Н/м^3 ; V - скорость вагона, м/с ; a - ускорение (нормируемое) вагона, м/с^2 .

Расчетное значение упругой силы P_1 получено [2].

Для нахождения усилия P_2 от ускорения рассмотрено динамическое равновесие элементарного участка dx каната с вагоном на конце. Канат представляет собой упругий элемент с распределенной массой m_k . Масса вагона m_b с грузом известна. Также заданы длина l , модуль упругости E_k , сечение A_0 и удельный вес γ каната. Система координат связана с канатом. На расстоянии x от начала координат выделены произвольное сечение и элементарный участок dx каната: этим сечением канат поделен на две механические системы.

Одну из них образует распределенная масса каната длиной $(l-x)$, а вторую – вагон и участок каната длиной x .

Используя теорему о движении центра масс, найдено выражение нормального напряжения $\sigma(x)$ в произвольном сечении каната, деформация каната под действием $\sigma(x)$, а через нее после ряда преобразований установлена зависимость $P_2(x)$.

Ее наибольшее значение выражено зависимостью

$$P_2 = (m_k + m_b) \frac{a}{2} + \frac{3}{2} m_b g \sin \alpha, \quad (2)$$

где m_k и m_b - массы каната и вагона

Таким образом, расчетное динамическое усилие в канате следует принимать в виде

$$P = P_1 + P_2, \quad (3)$$

Список литературы

1. Савин Г. Н., Горошко О.А. Динамика нити переменной длины. Изд-во АН УССР, Киев, 1962, 332 с.
2. Кучма В.В. та ін. Про динамічну складову зусилля під час пуску фуникулера. / В зб. Сталій розвиток промисловості та суспільства / Матеріали конференції. Том 1.- Кривий Ріг, 2013. - С.248-249.

О.А. ГУЛІВЕЦЬ, канд. техн. наук, доц., С.Ю. ОЛІЙНИК, асистент
Криворізький національний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ПІДВИЩЕННЮ ОПОРУ ВТОМНОМУ РУЙНУВАННЮ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Втомою сьогодні визначається довговічність майже всієї техніки. Вона є основною причиною руйнування фюзеляжів літаків, вагонів, мостів, шестерень зубчастих передач, тросів, підшипників і т.п. Втома є наслідком незворотних змін дислокаційної структури, які накопичуються при циклічному пластичному деформуванні в вершині тріщин. Проблема запобігання руйнуванню є актуальною в усіх галузях машинобудування, а особливо в таких, де аварії внаслідок руйнування ведуть до катастрофічних наслідків. Ще більшого значення набуває ця проблема в зв'язку з швидким ростом потужностей в одному агрегаті, збільшення швидкостей руху машин та їх деталей, збільшення діючих на них навантажень.

Вивченню явища втоми матеріалів і розробці методів розрахунку деталей машин на витривалість присвячені роботи багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених. Теоретичними та лабораторними дослідженнями було встановлено, що на опір втоми матеріалів при дії циклічно-змінних напружень впливають ряд факторів конструктивного, технологічного та експлуатаційного характеру.

Існуючі методи розрахунків деталей машин на втому внаслідок можливої неоднорідності в будові матеріалів та відхилень в якості обробки деталей вимагають забезпечення мінімального значення запасу міцності в залежності від категорії розрахунку рівним 1,5-3 [2].

Властивості матеріалу деталей машин суттєво залежать від його хімічного складу і структури. Метали, з яких виготовляють більшість деталей машин, мають полікристалічну структуру у вигляді безпорядкованих орієнтованих мілких кристалів – кристалітів (або кристалічних зерен). Окремий одинокий кристал відносно його властивостей є анізотропним. Наявність в полікристалі великої кількості різно орієнтованих зерен приводить до ізоτροпії його властивостей. Якщо в полікристалі створити переважну орієнтацію зерен в одному напрямі (текстуру), то можна одержати анізотропію відносно його механічних і фізичних властивостей.

Необхідну структуру можна одержати шляхом обробки тиском (холодною деформацією).

Аналіз інформаційних джерел з матеріалознавства та руйнування матеріалів від втоми приводить до висновку, що природа втомого руйнування матеріалів достатньо ще не вивчена. Вона зумовлена особливостями молекулярної та кристалічної будови речовини і криється в неоднорідній будові матеріалів.

Висновки. Фізичні основи теорії деформування твердого тіла на даний час ще є недостатньо вивчені.

Багато припущень сучасної теорії втомої міцності базується на емпіричній основі.

Так як одержані емпіричні залежності не є універсальними, то самі результати розрахунків є досить наближеними.

Однак указані наближення при сучасному стані розвитку науки про будову та властивості матеріалів є допустимими для розв'язування інженерних задач.

Подальші дослідження слід вести в таких напрямках:

поглиблене вивчення фізико-хімічної суті явищ, що відбуваються в матеріалах деталей при їх виготовленні та при дії на них циклічно-змінних навантажень в умовах експлуатації;

пошук нових технологій обробки деталей та режимів існуючих технологій, які б забезпечували необхідний хімічний склад та структуру їх матеріалів і, як наслідок, високі та стабільні значення показників опору втоми матеріалу деталей в умовах їх експлуатації.

Список літератури

1. **Когаев В.П.** Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. – М.: Машиностроение, 1977. – 232 с.
2. Справочник по сопротивлению материалов / **Писаренко Г.С.** – 2-е изд. перераб. и доп. – Киев: Наук думка, 1988. – 736 с.
3. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Электротехника. Электромеханика и электротехнологии» / под. ред. **В.С. Чердниченко.** – 5-е изд. стер. – М.: Издательство «Омега - Л», 2009. – 732 с.

**ВИКОРИСТАННЯ ПОДІБНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ
ТА РОЗРОБЦІ НОВИХ ЗРАЗКІВ ПНЕВМАТИЧНИХ ПЕРФОРАТОРІВ**

При модернізації і розробці нових зразків пневматичних перфораторів досить відповідальним та трудомістким є визначення параметрів, які б забезпечували необхідний технічний рівень.

Одним з методів, який дозволяє розв'язувати такі задачі з мінімальними витратами на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, є використання подібності технічних систем для визначення параметрів нових зразків технічних об'єктів за значеннями параметрів існуючих.

При фізичному моделюванні технічних систем і перерахунку результатів досліджень з моделі на натурний зразок широко використовуються методи теорії подібності і розмірностей [1].

У практиці досить часто виникає необхідність створювати нові зразки технічних систем, які за своїм конструктивним рішенням є аналогічними зразкам, які вже добре зарекомендували себе при практичному застосуванні.

У таких випадках значення параметрів нових зразків технічних систем можна визначити шляхом перерахунку параметрів існуючих систем згідно з залежностями, які установлюються на основі виконання складених з параметрів систем безрозмірних комплексів – критеріїв подібності.

Найбільш загальним способом визначення критеріїв подібності систем є метод нульових розмірностей [1], який ґрунтується на П-теоремі, яка дозволяє визначити критерії подібності без використання рівнянь, які описують фізичний процес в технічній системі.

Для цього необхідно знати лише параметри, які характеризують функціонування системи та параметри системи (фактори), від яких залежать значення параметрів функціонування системи. Відомо [2], що для ефективного руйнування гірської породи при бурінні і забезпечення при цьому міцності деталей перфоратора його поршень-ударник повинен мати певну передударну швидкість.

Передударна швидкість є функцією від маси поршня-ударника, його ефективних площ з боку камер прямого та зворотного ходу, тиску повітря в шахтній пневмомережі, геометричних параметрів та шорсткості поверхонь каналів впуску і випуску стисненого повітря в камери прямого та зворотного ходу, довжини переміщення поршня-ударника на ділянках циклограми впуску стиснутого повітря в камеру зворотного ходу до зустрічі з хвостовиком, об'ємів камер прямого і зворотного ходу на момент початку впуску в них стисненого повітря та на момент початку випуску.

Як відомо [2], гранично допустиме значення передударної швидкості в ударних системах залежить від механічних та фізичних властивостей матеріалів деталей які співударяються: гранично допустимого напруження і густини матеріалів та швидкості поширення хвиль деформації.

На основі методу нульових розмірностей установлені критерії подібності та на їх основі залежності для перерахунку значень параметрів існуючого ударного механізму для параметрів нового зразка.

Висновки. На основі аналізу робочого процесу ударного механізму пневматичного перфоратора та теорії подібності і розмірностей установлені критерії подібності робочих процесів в ударних механізмах з безклапанною системою розподілення повітря;

На основі критеріїв подібності одержані формули для перерахунку значень параметрів ударних механізмів існуючих пневматичних перфораторів для визначення параметрів нових зразків;

Установлені залежності рекомендується використовувати для визначення параметрів ударних механізмів пневматичних перфораторів при модернізації існуючих та розробці нових зразків.

Список літератури

1. Алабужев П.М., Геронимус В.Б., Минкевич Л.М., Шаховцев Б.А. Теория подобия и размерностей. Моделирование. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1968. – 205 с.
2. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Еремьянц В.Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. – М.: Наука, 1985. – 358 с.

ОХОЛОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ В ПРИМІЩЕННЯХ ГАРЯЧИХ ЦЕХІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Для управління технологічними процесами в гарячих цехах металургійних підприємств використовуються мікропроцесорні та комп'ютерні системи управління. Таке обладнання застосовується, зокрема, при виплавці чавуну в доменних печах. У машинних залах печей під установку електронного обладнання відводяться спеціальні приміщення невеликого об'єму.

Процеси виплавки чавуну супроводжуються значними тепловиділеннями і інтенсивним пилоутворенням. У літню пору року температура атмосферного повітря в машинних залах доменних печей становить 45-50 °С і більше, а електронне обладнання ефективно функціонує лише в нормальних температурних умовах.

Для оптимізації температурних умов у приміщеннях електроніки застосовуються автономні компресорні холодильні установки, зокрема побутові фреонові кондиціонери холодопродуктивністю до 3000 ккал/год. Підвищена температура вхідного повітря визначає цілодобову роботу холодильних агрегатів кондиціонерів на граничних режимах, що призводить до їх виходу з ладу після нетривалої експлуатації. Висока запиленість повітря обумовлює засмічення фільтруючих елементів зі збільшенням навантаження на систему вентиляції, що додатково знижує надійність пристроїв. У підсумку термін служби побутових кондиціонерів складає в середньому 4-5 місяців, і вони підлягають заміні після закінчення кожного літнього сезону експлуатації.

Вказаних недоліків позбавлені системи кондиціонування, що працюють на стисненому повітрі, в яких джерелом охолодженого повітря є вихрова труба. До переваг таких систем відносяться надзвичайна простота і надійність тієї частини установки, в якій відбувається охолодження газу, плавність регулювання параметрів потоків, невеликі габарити і маса вихрових пристроїв. Зважаючи на відсутність в вихровій трубі рухомих елементів, пристрій має високу надійність і може працювати тривалий термін без обслуговування і ремонту. Наявність в доменних цехах металургійних підприємств централізованої мережі стисненого повітря робить можливим застосування вихрових пневматичних кондиціонерів в приміщеннях електроніки.

Теплотехнічні розрахунки показують, що ефективне охолодження приміщення об'ємом до 100 м³ потребує витрат стисненого повітря до 12 м³/хв. Відомі конструкції вихрових труб, які працюють тільки у режимі охолодження, мають витрату стисненого повітря 3,5-4 м³/хв, тому вихровий технологічний кондиціонер має включати три вихрові труби.

Теорія вихрового ефекту розроблена недостатньо, тому проектування вихрових труб базується на результатах експериментальних досліджень. Для розрахунків параметрів вихрового кондиціонера використано результати експериментальних досліджень, проведених в інституті НДПрудмаш. Конструкція мала наступні геометричні характеристики: діаметр в сопловому перерізі 35 мм; діаметр циліндричної частини 48,5 мм; - кут розкриття конуса 3,5°. В якості розвихрювача на гарячому кінці використовувалася чотирилопаткова хрестовина. Сорочка водяного охолодження охоплювала корпус вихрової труби від перетину сопла на довжину 650 мм, а зазор між трубою і сорочкою становив 2,5 мм.

Згідно результатам випробувань при тиску стисненого повітря 0,4 МПа величина ефекту охолодження становить 27 °С, з яких 2 °С забезпечує застосування хрестовини. Витрата стисненого повітря при даному тиску дорівнює 4 м³/хв, а холодопродуктивність - 1900 ккал/год (2,2 кВт). При тиску 0,6 МПа вихрова труба забезпечує величину ефекту охолодження 31,5°С, витрата повітря становить 6 м³/хв, а холодопродуктивність дорівнює 3310 ккал/год (3,9 кВт).

При врахуванні витрат у вентиляційних каналах технологічний кондиціонер з трьома трубами в залежності від витрат води на охолодження матиме холодопродуктивність 5,1-6,2 кВт при тиску стисненого повітря 0,4 МПа. Це відповідає холодопродуктивності віконних фреонових кондиціонерів SAMSUNG AW18 (5,28 кВт), або LG W22 (6,5 кВт).

При тиску 0,6 МПа холодопродуктивність кондиціонера складе 10,5 кВт, що трохи більше, ніж у моделі настінного кондиціонера FTXD-J фірми "Daikin" з найбільшою продуктивністю (8 кВт при витраті вентиляційного повітря 13,7 м³/хв).

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ НА ШАХТАХ КРИВБАСУ

Гірничі машини та обладнання, що застосовуються при видобутку корисних копалин підземним способом, характеризуються підвищеними рівнями шуму на робочих місцях, які значно перевищують вимоги санітарних норм. Тривала дія шуму призводить до виникнення професійного захворювання – туговухості, вірогідність розвитку якої зростає при збільшенні діючих рівнів шуму та стажу роботи на небезпечному по шуму обладнанні.

За ступенем небезпечності шумового навантаження підземні гірничі машини відносяться до категорії 3 шкідливих умов праці, частина машин входить в підкатегорію 3.4 з рівнем звуку до 115 дБ А. В деяких випадках рівень звуку таких машин може складати і більше 115 дБ А, що відповідає небезпечним умовам праці категорії 4.

Найбільші перевищення вимог санітарних норм мають місце на бурильних машинах, до яких відносяться переносні, телескопні та колонкові перфоратори, установки і станки з їх застосуванням, а також бурильні головки на самохідних бурильних установках. Рівень звуку при їх експлуатації в середньому складає 105-113 дБ А, а перевищення нормативних вимог по еквівалентному рівню звуку становлять 22-29 дБ А.

Основним методом зменшення рівнів шуму гірничих машин є реалізація заходів по їх зменшенню у джерелі виникнення. У випадках, коли технічними заходами не вдається знизити шум машин до допустимих меж, використовують індивідуальні засоби захисту від шуму. До таких машин відносяться переносні, телескопні та колонкові пневматичні перфоратори.

Індивідуальні засоби захисту від шуму включають одноразові та багаторазові вкладиші, навушники, захисні каски з навушниками та шумозахисні шоломи. Із вказаних засобів в шахтах Кривбасу застосовуються лише одноразові вкладиші. Такі вкладиші випускаються рядом виробників як в Україні, так і за кордоном. Ціна вкладишів ЗМ 1100 “Беруші” у різних виробників складає від 3 до 8 грн за пару. Використання багаторазових вкладишів в шахтових умовах є неможливим з гігієнічних причин, а навушники неможливо застосувати при наявності захисної каски. Залишаються ще захисні каски з навушниками. Такі засоби випускаються за кордоном, є і вітчизняні зразки касок. Зокрема, каска захисна “Маяк” для шахтарів випускається ТОВ «ТД Лига Спецдежды Крым». Каска комплектується протишумними навушниками СОМЗ-5 “ШТУРМ” російського виробництва, які належать до категорії А. Ціна каски разом з навушниками складає приблизно 250 грн.

Застосування захисних касок з навушниками в шахтах Кривбасу стримується як об’єктивними, так і суб’єктивними причинами. В шахтових умовах навушники швидко забруднюються, а при 100-відсотковій вологості притискні пристрої навушників виходять з ладу через корозію. Крім того, навушники збільшують масу каски та створюють додаткові незручності при виконанні гірничих робіт.

Розрахунки показують, що вкладиші не забезпечують вимог санітарних норм, перевищення складають 3-5 дБ по еквівалентному рівню звуку. Близькі до нормативних вимог рівні шуму забезпечують лише навушники гр. А.

Наведені дані відповідають щільному приляганню навушників і повному перекриттю слухового каналу вкладишами. При ослабленні сили притиснення навушників або невідповідності вкладиша розміру слухового каналу ступінь ослаблення шуму знижується. Оцінка впливу цього фактора за різними методиками показує, що навіть навушники гр. А не забезпечують нормативних вимог по шуму для гірничих машин з рівнем звуку понад 100 дБ А.

В даній ситуації рекомендують застосовувати протишумні вкладиші разом з навушниками гр. А. Це потребує вирішення організаційних питань як по придбанню захисних касок з навушниками шахтами Кривбасу, попри їх недоліки, так і їх застосування при виконанні підземних гірничих робіт. Лише такий комплексний підхід дозволить забезпечити нормативні вимоги по шуму на робочих місцях.

В.В. ПОТАПЕНКО, старший викладач, Криворізький національний університет

НОРМАТИВНІ ПАРАМЕТРИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ Й РЕМОНТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АВТОТРАНСПОРТУ ГЛИБОКИХ КАР'ЄРІВ

У Криворізькому залізорудному басейні функціонують понад 300 кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ, з них більше половини - БЕЛАЗ-75131, вантажопідйомністю 110-136 т, кожний з яких транспортує у середньому до 1,5 млн т гірничої маси на рік.

У публічному акціонерному товаристві «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат» (ПАТ «ЦГЗК») протягом 2014 року працювали 44 негарантійних кар'єрних самоскиди БЕЛАЗ-75131 (по 22 машини в гірничо-транспортних цехах (ГТЦ) №1 і №2), а з жовтня ще 6 нових гарантійних автосамоскидів у ГТЦ №2.

Гарантійні кар'єрні автосамоскиди БЕЛАЗ - ті, для яких не настала жодна із трьох подій: календарний час експлуатації 12 місяців; напрацювання 6 000 мотогод; пробіг 60 000 км.

Періодичність планових впливів технічними обслуговуваннями й плановими ремонтами на кар'єрний самоскид БЕЛАЗ-75131 становить $t_{TOP}=250$ мотогод відповідно до «Положення про технічне обслуговування, діагностування й ремонт кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ».

Інтенсивність планових впливів на кар'єрний самоскид БЕЛАЗ-75131 відповідно до моделі підсистем технологічних станів становить

$$\lambda=1/t_{TOP}=1/250=0,004 \text{ 1/мотогод.}$$

Згідно до нормативів, у стаціонарному процесі середнє напрацювання на відмову автосамоскидів вантажопідйомністю 130 т установлене у розмірі $L \geq 50000$ км пробігу, що при середній експлуатаційній швидкості на ПАТ «ЦГЗК» протягом 2014 року $V \approx 20$ км / год відповідає середньому напрацюванню на відмову за тривалістю роботи двигуна

$$T \geq L/V=5000/20=250 \text{ мотогод,}$$

що визначає припустиме значення параметра потоку відмов: $\omega \leq 1/T=1/250=0,004$ 1 / мотогод, тобто за стандартом припустимою вважається одна раптова відмова (і, як наслідок, один поточний ремонт) за $T=250$ мотогод (у середньому дві відмови на місяць).

Коефіцієнт періодичності TOP складає

$$\beta = t_{TOP} / T = 250 / 250 = 1,$$

тобто інтервал планових впливів співпадає з середнім напрацюванням на відмову кар'єрного самоскида БЕЛАЗ-75131, тобто, на одну припустиму раптову відмову доводиться у середньому один заїзд у гірничо-транспортний цех на пункти технічного обслуговування й ремонту (TOP) для планових діагностик і впливів.

У нормативах трудомісткості й часу виконання непланового поточного ремонту (ПоР) для БЕЛАЗ-75131 визначено розподіл питомого часу виконання робіт на 100 мотогод напрацювання в розмірі

$$t_{ПоР}=9,5/100=9,5 \cdot 10^{-2} \text{ год/мотогод.}$$

Отже, нормативному середньому напрацюванню на відмову $T=250$ мотогод відповідає середній час відновлення - математичне очікування часу відновлення працездатного стану об'єкта після відмови

$$T_B=Tt_{ПоР}=250 \cdot 9,5 \cdot 10^{-2}=23,75 \text{ год.}$$

Середня інтенсивність відновлень після поточних ремонтів

$$\mu=1/T_B=1/23,75=0,042 \text{ 1/год,}$$

що відповідає параметру потоку відновлення моделі підсистем технологічних станів.

Середній параметр потоку відмов

$$\varpi=1/(T + T_B)=1/(250 + 23,75)=0,00365 \approx 0,004 \text{ 1/мотогод.}$$

Розраховані нормативні параметри є основою для оцінки ефективності функціонування систем технологічного автотранспорту після отримання даних про експлуатацію техніки.

Ю.А. МОНАСТИРСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., В.В. ПОТАПЕНКО, старший викладач
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ КРИВБАСУ

Найбільш трудомісткою ланкою при видобутку корисних копалин відкритим способом є оптимальна організація функціонування кар'єрного автомобільного транспорту.

Зниження рівня надійності машин у зв'язку з виробітком їх ресурсу приводить до скорочення ремонтного циклу й подорожчання ремонтів.

У зв'язку із цим оцінка фактичного технічного стану й підвищення ефективності експлуатації промислового транспорту є актуальною науковою проблемою.

Аналіз роботи кар'єрних автосамоскидів гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) Кривбасу свідчить про наявність значних можливостей для підвищення ефективності праці, насамперед, шляхом впровадження прогресивних технологічних нормативів при експлуатації машин.

У цей час на ГЗК Кривбасу основним способом управління технологічним автотранспортом є планово-попереджувальна система технічного обслуговування й ремонту, але її функціонування є недостатньо ефективним.

Як показали дослідження в даному напрямку, в основі рекомендацій з функціонування кар'єрного автотранспорту лежать статистичні методи аналізу роботи основних вузлів і агрегатів автосамоскидів.

У цехах технологічного автотранспорту, гірничо-транспортних цехах ГЗК Кривбасу частково проводиться облік роботи двигунів, агрегатів і вузлів автосамоскидів. Однак реальні аналізи і практичні висновки за первинними документами не виконуються.

Необхідно підкреслити, що оперативний статистичний аналіз функціонування кар'єрного автотранспорту, установлення інтенсивності відмов автосамоскидів дають можливість побічно враховувати вплив гірничотехнічних і техніко-економічних факторів.

Значною мірою розв'язку цих завдань сприяє така система контролю й обліку, яка ґрунтується на інформаційному забезпеченні із застосуванням сучасних засобів комп'ютеризації й подальшим її розвитком до рівня автоматизованої системи керування.

Сучасні напрацювання в області моніторингу дозволяють одержувати адекватну інформацію про функціонування кар'єрного автотранспорту, що є основою для наступного статистичного аналізу й обробки отриманих масивів з метою оцінки якості функціонування систем технологічного автотранспорту (СТА).

Дослідження роботи автосамоскидів БЕЛАЗ із електромеханічною трансмісією, що є основним кар'єрним автотранспортом ГЗК Кривбасу, виконане на основі даних обліку їх роботи, який ведеться ТОВ «СТЛЦ БЕЛАЗ УКРАЇНА» для ВАТ «БЕЛАЗ» - керуючої компанії холдингу «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ».

Дані не містять інформацію про причини виходу з ладу об'єктів дослідження, тому надалі природно користуватися абстрактним поняттям «відмова об'єкта». Застосування такого поняття є коректним, оскільки аналіз проводиться у контексті впливу надійності вузлів і агрегатів на технічну експлуатацію.

Для можливості дослідження безвідмовності вузлів і агрегатів умовно можна вважати подію заміни об'єкта фактом його виходу з ладу - відмовою.

Отримані значення середньої інтенсивності раптових відмов і відновлення, коефіцієнтів готовності та простою автосамоскидів, що експлуатувалися на ГЗК Кривбасу, будуть застосовані для знаходження оптимальних умов функціонування СТА у цілому.

Ю.А. МОНАСТИРСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., І.Б.СТЕПАНКІНА, старший викладач
Криворізький національний університет

АВТОМОБІЛЬНО-КОНВЕЄРНИЙ КОМПЛЕКС КАР'ЄРУ ЯК СИСТЕМА МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

В сучасних умовах відкритий спосіб розробки корисних копалин характеризується подальшим поглибленням кар'єрів і, внаслідок цього, більш жорсткими вимогами до стабільності функціонування транспортно-технологічного комплексу.

При використанні циклічно-поточної технології основним варіантом комбінованого транспорту найчастіше є автомобільно-конвеєрний комплекс (АКК). Від якості взаємодії його складових суттєво залежать результати роботи гірничо-збагачувального підприємства в цілому.

Використання системного аналізу дозволяє виділити в АКК дві підсистеми:

технологічний автотранспорт;

конвеєрний транспорт (з можливістю включення дробильно-перевантажувальних установок (ДПУ).

Кожна підсистема характеризується властивими лише їй якостями.

Перша з них реалізує задачу транспортування заданого об'єму гірничої маси із вибоїв на дробильно-перевантажувальний пункт (ДПП) у полі кар'єра. Рішення цього завдання забезпечують кар'єрні самоскиди, здійснюючи дискретну доставку.

Призначення другої підсистеми полягає в тому, щоб гірничу масу, доставлену кар'єрними самоскидами, довести до заданої грудкуватості в дробарці ДПУ та вивантажити на стрічковий конвеєр, який безперервно пересуває її до приймального бункера збагачувальної фабрики.

Надійність та ритмічність функціонування суміжних ланок автомобільно-конвеєрного комплексу забезпечують його ефективну роботу при збільшенні жорсткості взаємозв'язків між підсистемами. В результаті виникає задача обґрунтування параметрів надійності взаємодії автомобільної та конвеєрної складових комплексу.

Аналіз функціонування АКК в реальних умовах гірничо-збагачувальних комбінатів виявляє виняткові труднощі в організації узгодженої роботи його підсистем.

Неможливість своєчасного врахування численних причин, як детермінованих, так і стохастичних, що призводять до порушення діяльності АКК, указує на необхідність використання математичних методів теорії масового обслуговування.

Кожна система масового обслуговування (СМО) є комбінацією певного числа каналів, що обслуговують. В автомобільно-конвеєрному комплексі такими каналами є дробильно-перевантажувальні установки на вході конвеєрної підсистеми.

Призначення будь-якої СМО полягає в обслуговуванні потоку заявок, що надходять у деякі випадкові моменти часу. При рішенні сформульованої задачі заявками є кар'єрні самоскиди, що доставили гірничу масу до приймального бункера ДПУ.

Такий процес доставки, що розглядається як дискретний потік, має стохастичний характер. Крім того, тривалість обслуговування (розвантаження) самоскида на ДПП також випадкова величина. Під реалізацією заявки розуміємо можливість вивантаження гірничої маси з самоскида для попереднього подрібнення та подальшого транспортування конвеєром.

Для раціональної організації функціонування системи необхідно дослідити процеси і описати їх математично.

Математичний аналіз роботи СМО залежить від виду випадкового процесу, що протікає в системі.

Для автомобільно-конвеєрного комплексу, що розглядається як система масового обслуговування, потоки подій – це послідовність кар'єрних самоскидів, які доставляють гірничу масу в ДПУ.

Якщо вважати дані потоки Пуассонівськими, а процеси, що відбуваються в системі АКК марківськими, доцільне застосування апарату теорії масового обслуговування у загальному випадку для наближеної оцінки характеристик ефективності функціонування АКК.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНО-КОНВЕЄРНОГО КОМПЛЕКСУ КАР'ЄРУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Світовий досвід ведення відкритих гірничих робіт показує, що найбільш ефективними технологіями в глибоких кар'єрах є циклічно-поточні (ЦПТ). Найпрогресивнішою комбінованою схемою транспортування в ЦПТ є поєднання кар'єрного автотранспорту і конвеєрного в автомобільно-конвеєрний комплекс (АКК).

Враховуючи особливості роботи АКК у реальних умовах кар'єрів, математичне моделювання функціонування комплексу проведено за допомогою теорії масового обслуговування, використання якої дозволило розглядати транспортний комплекс кар'єру як систему масового обслуговування (СМО), що складається з двох підсистем: технологічного автотранспорту та конвеєрного транспорту.

Аналіз функціонування технологічного автотранспорту, який доставляє гірничу масу на дробильно-перевантажувальний пункт (ДПП) кар'єру, показує наявність стохастичності в його роботі, що пов'язано як з випадковим характером змін гірничотехнічних умов експлуатації, так і зі станом кар'єрних самоскидів.

На першому етапі математичного моделювання функціонування АКК передбачалося, що потік кар'єрних самоскидів, що транспортують гірничу масу, представляється у вигляді найпростішого. За такого припущення інтервал часу між доставками є випадковою величиною, розподіленою за показниковим законом.

Крім того, час розвантаження самоскида також є випадковою величиною, розподіленою таким же чином.

При моделюванні функціонування АКК було розглянуто найбільш просту ситуацію: передбачалось, що кар'єрний самоскид доставляє гірничу масу на пункт попереднього подрібнення та за наявності вільного місця біля ДПУ розвантажується за певний час у відповідності до показникового закону; за відсутності вільного місця (неможливості розвантаження) самоскид від'їжджає від приймального майданчика та або транспортує гірничу масу за магістральною схемою на борт кар'єру, чи вивантажується у внутрішньокар'єрний склад (бункер).

У цьому випадку автомобільно-конвеєрний комплекс розглянуто як одноканальну систему масового обслуговування з відмовами.

Граф станів системи складається з двох вершин та двох дуг. Вершинам графа відповідають стани системи: перший – можливе пряме розвантаження кар'єрного самоскида, тобто ДПУ вільна; другий – не можливе розвантаження самоскида, тобто ДПУ зайнята. Дугам графа відповідають інтенсивності переходів потоків подій від першого стану до другого із значенням λ та зворотного з параметром μ .

Математична модель функціонування автомобільно-конвеєрного комплексу кар'єру представлена системою диференціальних рівнянь Колмогорова, розв'язок якої дав рішення, що дозволяє визначати ймовірності знаходження АКК у кожному стані.

Визначені відносна та абсолютна пропускні здатності комплексу. Отримані залежності ймовірностей станів системи від середньої кількості самоскидів, що прибули на розвантаження.

Створена модель АКК як одноканальної системи масового обслуговування дає можливість управління транспортним комплексом лише за допомогою двох керуючих впливів: коригуванням інтенсивності потоку кар'єрних самоскидів, які транспортують гірничу масу; регулюванням інтенсивності її вивантаження.

В реальних умовах експлуатації таких дій може бути недостатньо для збалансованої та надійної роботи комплексу. Зокрема, можлива нестабільна робота ДПУ як пристрою для приймання гірничої маси.

Для подальшого дослідження надійності взаємодії підсистем АКК планується провести математичне моделювання комплексу як многоканальної системи масового обслуговування з відмовами.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., В.С. ОЩЕПКОВ, магістрант
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ЦИКЛУ ЗАНУРЮВАЛЬНОГО ПНЕМОУДАРНИКА П 110

Одним з основних технологічних процесів гірничого виробництва є буріння свердловин, яке займає майже 70 % від усього обсягу бурових робіт в підземних умовах

У вітчизняній практиці найбільшого поширення набули занурюючі пневмо-ударники типу П-105, П-110.

Для подальшого вдосконалення конструкції цих бурильних машин ударної дії потрібно проведення детального аналізу робочого циклу та побудова адекватної математичної моделі.

Проведення таких досліджень на реальних фізичних моделях пов'язано з великими матеріальними витратами та складності їх виконання.

Одним із шляхів зниження матеріальних витрат і підвищення якості досліджень є проведення комп'ютерного моделювання робочих процесів занурювальних пневмо-ударників, з використанням сучасних програмних комплексів.

Метою роботи є проведення комп'ютерного моделювання робочого циклу занурювального пневмо-ударника П-110, для визначення шляхів покращення його робочих параметрів.

На основі аналізу документації таких програмних комплексів як: ANSYS, AutoCAD, FlowVision, SolidWorks, для аналізу пневмо-ударника було обрано програмний комплекс FlowVision, який заснований на кінцево-об'ємному методі рішення рівнянь гідродинаміки і використовує прямокутну адаптивну сітку з локальним подібненням.

Для апроксимації криволінійних геометрії з підвищеною точністю FlowVision використовує технологію підсіточного дозволу геометрії.

Ця технологія дозволяє імпортувати геометрію з систем САПР і обмінюватися інформацією з системами кінцево-елементного аналізу, дана технологія дозволяє порівняно точно проводити розрахунки газодинаміки, також може проводити розрахунки з рухливими елементами конструкцій. У процесі роботи було побудовано розрахункову модель занурювального пневмо-ударника П-110 в просторі SolidWorks, проведено розрахунок робочого циклу і візуалізацію отриманих даних в програмному комплексі FlowVision.

Порівняння отриманих результатів розрахунків з програмного комплексу FlowVision з відомими даними [1-5] вказує що використання комп'ютерного моделювання є достатньо адекватним.

У результаті проведено моделювання було встановлено основні закономірності робочого циклу занурювального пневмо-ударника П-110, а саме зміну тиску у камері робочого та зворотного ходу тиску та характер руху поршня-ударника протягом циклу

Отже, встановлено шляхи покращення робочих параметрів занурювального пневмо-ударника П-110 зміною геометричних розмірів його деталей.

Список літератури

1. **Бєгаєєв, И.А.** Устройство и расчет современных перфораторов и пневмоударников / **И.А. Бєгаєєв, А.Г. Дядюра.** М.: Госгортехиздат, 1963. 180 с
2. **Есин, Н.Н.** Погружные пневматические машины ударного действия для бурения скважин / **Н.Н. Есин ; отв.ред. В.В. Каменский.** Новосибирск : Наука, 1976. 100 с.
3. **Есин, Н.Н.** Пневматические машины ударного действия для бурения шпуров / **Н.Н. Есин ; под ред. В.В. Каменского.** Новосибирск : Наука, 1978. 104с.
4. **Попов Ю.Н., Шутько А.Ф.** Исследование погружных пневмо-ударников с бесклапанным воздухо-распределением. ИВУЗ. «Геология и разведка». 1967. №8
5. **Конюшенко В.И., Пещеров И.К., Чуб В.Ф., Шаблій Л.А.** Исследование бесклапанных пневмо-ударников с буферным циклом. КривойРог, НИГРИ. 1970.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДРОБЯЩИХ ПЛИТ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК

В горнорудной промышленности для размола крупных и средних кусков породы применяют щековые дробилки. Щеки дробилок футеруются дробящими плитами, которые испытывают динамические нагрузки и являются наиболее изнашиваемыми деталями в щековых дробилках.

Долговечность плит закладывается на этапе получения отливки и зависит от технологического процесса, по которому они изготовлены.

Для обеспечения необходимых физико-механических свойств отливок проведен анализ существующих способов формовки, заливки, движения газов, а также потоков металла в процессе заливки форм. В настоящее время для заливки форм дробящих плит применяется несколько вариантов [1-3].

На заводах США [1] формовка и заливка дробящих плит осуществляется в горизонтальном положении. После прекращения заливки форму наклоняют под углом 15-30° и оставляют в таком положении до полного остывания.

Другие технологические процессы предусматривают изготовление форм и их заливку в горизонтальном либо вертикальном положениях, а также с установкой форм перед заливкой под углом 10-15° от горизонтали с подводом металла снизу.

Известен также технологический процесс [3] изготовления плоскостных отливок на примере дробящих плит в отечественной практике.

Сущность данного способа заключается в том, что форма изготавливается и заливается в горизонтальном положении.

Шлакоуловитель литниковой системы выполнен Г-образным, а стояк размещен в месте изгиба шлакоуловителя и расположен в углу формы.

Для питания установлена одна прибыль на теле отливки со смещением к углу шлакоуловителя.

На основе анализа движения газов и металла в форме во время заливки предложен новый способ формовки и заливки дробящих плит.

Сущность процесса состоит в том, что формы изготавливают в горизонтальном положении и выставляют их под углом 10-15° для последующей заливки.

Подвод металла осуществляется через прибыли, которые расположены в верхней части отливки, что позволяет расширить зону действия прибылей.

При подводе жидкого металла через прибыли в направлении сверху вниз поток металла постоянно поступает на зеркало залитого металла, поддерживает его температуру постоянной, что повышает эффективность выхода газов из отливки.

В 2005 г. предложенный способ апробирован на заводе ОАО «Криворожрудмаш».

Залили чугунную плиту весом 750 кг.

Отливка вышла с чистой поверхностью без ужимин и раковин.

В 2006 г. по предложенной технологии на заводе ОАО «Криворожгормаш» залили сталью 110Г13Л 10 шт. дробящих плит весом от 920 до 1500 кг.

Отливки получены без ужимин, раковин, наплывов и пригаров.

Вес отливок увеличился на 1-3 %, что свидетельствует об увеличении их плотности.

Предложенный технологический процесс обеспечил уменьшение газовых и усадочных раковин, ужимин, увеличил плотность отливок.

Улучшился внешний вид самих отливок, уменьшилось время на обрубку и очистку в 1,5 раза.

Отливки дробящих плит, изготовленные по разработанному технологическому процессу, обладают повышенной плотностью металла и предполагают увеличение степени износостойкости.

Список литературы

1. П.Н. Бидуля «Технология стальных отливок», Москва 1961.
2. П.Ф. Василевский «Технология стального литья», Москва. Машиностроение, 1974.
3. В.М. Ткачев « Ресурсосберегающая технология плит из высокомарганцовистой стали». Челябинск 2011.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, проф., А.В. ЧЕРЕДНИЧЕНКО, магістрант,
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОВШОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТА ВИЙМАЛЬНО-НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ГІРНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ

В загальному технологічному комплексі видобутку корисних копалин як підземним, так і відкритим способом суттєву роль, особливо при розробці скельних порід і руд, відіграє операція навантаження. Її важливість значно зростає в умовах переходу до використання прогресивних циклічно-потоківих та потоківих технологічних схем, а також поглиблення гірничих робіт. Тенденція збільшення обсягів навантажувальних робіт на підприємствах гірничодобувної промисловості потребує негайної та суттєвої інтенсифікації процесу навантаження, що може бути досягнуто шляхом змінення структури, підвищення продуктивності та ефективності парку навантажувальної та навантажувально-виймальної техніки.

Основна складність створення високопродуктивної гірничої навантажувальної техніки пов'язана з важкістю розробки штабелю підірваної скельної породи [1,2]. Робочому органу навантажувальної чи виймально-навантажувальної машини приходится з дуже великими динамічними зусиллями відокремлювати шматки породи від штабелю, працювати у вкрай несприятливих умовах при наявності пилу, бруду, вологи, нерівностей підгрунтя гірничих виробок, в безпосередній близькості від зони ведення підрильних робіт. Для ефективної експлуатації у таких надзвичайно важких умовах потрібні високонадійні, довговічні, конструктивно досконалі машини. Таким чином, тема дослідження, присвяченого аналізу та обґрунтуванню параметрів ковшових робочих органів навантажувального та виймально-навантажувального гірничого обладнання, є вельми важливою та актуальною.

Для усіх навантажувальних машин характерні значні за величиною опори, що виникають під час впровадження (занурення) робочого органу в штабель гірничої маси [3]. Ці опори викликаються силами тертя робочого органу відносно матеріалу, що завантажується, можливим розклинням шматків матеріалу між окремими частинами навантажувального органу (наприклад, між бічними стінками ковша, його зубами), опором на передніх кромках робочого органу тощо. Аналіз джерел науково-технічної інформації показує, що знизити опори впровадженню можна за рахунок обґрунтування та вибору раціональних параметрів як навантажувальної машини в цілому, та і її виконавчого органу, зокрема. Одними з найперспективніших шляхів вирішення цієї важливої задачі є поліпшення геометричної форми робочого навантажувального органу, а також його динамічна активізація в процесі навантаження [4,5]. Метою роботи є обґрунтування та вибір раціональних параметрів ковшових робочих органів навантажувального та виймально-навантажувального гірничого обладнання для зниження опорів впровадженню їх в штабель гірничої маси. У процесі роботи вибрано методи теоретичних та експериментальних досліджень; розглянуто процес взаємодії ковшового робочого органу зі штабелем гірничої маси з точки зору опорів, що виникають при цьому; проаналізовано можливі шляхи зниження опорів впровадженню ковша в штабель насипного вантажу; вибрано та обґрунтовано раціональні робочі і конструктивні параметри ковшів навантажувальних машин; здійснена оцінка доцільності та ефективності використання методів і засобів додаткової активізації ковшових навантажувальних органів. Практичне використання результатів дослідження дасть можливість суттєво підвищити ефективність процесу навантаження скельної породи ковшовими робочими органами.

Список літератури

1. Ковшовые погрузочно-транспортные машины / П.А. Корляков, Г.С. Кордюков, Ю.Н. Павлов и др. – М.: Недра, 1980.
2. Подэрри Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ. – М.: Недра, 1985.
3. Полуянский С.А., Козло В.К., Павлов Б.З., Прокопшин Л.Н. Сопротивление копанью и параметры погрузочных машин для скальных пород (научная информация). – К.: Наукова думка, 1971. – 44 с.
4. Сильня В.Г., Ерейский В.Д. Пути улучшения рабочих качеств ковшового погрузочного органа. - В кн.: Вопросы рудничного транспорта, вып. 12. – К.: Наукова думка, 1972, с. 234-241.
5. Шахтные вибрационные погрузочные машины и питатели / К.С. Гурков, Я.Б. Кальницкий, А.Д. Костылев, В.И. Креймер, Г.С. Рысев, В.В. Сороко, И.П. Тимофеев. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1969. - 136 с.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., С.С. КОШЕЛЄВ, магістрант,
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТАНИНИ ДРОБАРКИ КОНУСНОЇ КМД-2200 ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇЇ КОНСТРУКЦІЇ

Для дроблення і подрібнення руд, в основному, застосовуються механічні дробарки. Серед них значний відсоток складають конусні дробарки, які мають великий діапазон типорозмірів. Конусні дробарки в порівнянні з будь-якими іншими дробильно-подрібнювальними машинами займають меншу площу, простіші в експлуатації, мають більш низьку витрату електроенергії на одиницю об'єму переробленої руди. Такі дробарки є дуже важливою складовою основного технологічного обладнання в робочому процесі рудних і нерудних гірничих підприємств.

Аналіз відомих досліджень в області дроблення гірських порід показав, що в основному дослідження ведуться в напрямку вдосконалення робочого процесу дробарок. Зниження крупності дробленого продукту може бути забезпечене, в основному, за рахунок більшої деформації матеріалу, або великим зусиллям дроблення. Це призводить до форсування процесу дроблення [1].

Проектні рішення камери дроблення і механізму подачі живлення дробарок виконані на основі досить якісного функціонального аналізу. Але так як сучасні тенденції диктують умови роботи дробарок з мінімальною кількістю капітальних ремонтів, то їх надійність і довговічність визначаються надійністю і довговічністю основних вузлів апарату: корпусних деталей (станина, опорне кільце, регулююче кільце), приводного валу, ексцентрикового вузла і валу конуса.

Форсування режиму дроблення при модернізації дробарок, яке має місце в практиці збагачувальних підприємств [2-3], показує, що на конусних дробарках КСД - 2200, КМД - 2200 і ін. утворюються тріщини втоми на ребрах і корпусах станини. Отже, існує потреба оцінити можливості такого форсування, що вимагає проведення відповідних розрахунків. Отже, метою роботи є вдосконалення конструкції конусних дробарок дрібного і середнього дроблення за рахунок оптимізації параметрів корпусних деталей.

Донедавна такі розрахунки були просто неможливі через їхню складність. Впровадження САПР при проектуванні машинобудівних конструкцій, поява пакетів інженерного аналізу, таких як ANSYS, NASTRAN, LS-DYNA, APM WinMachine, SolidWorks дає можливість виконувати такі розрахунки.

Станини конусних дробарок - важкі великогабаритні деталі (при литвевому способі виготовлення) або складальні одиниці (в звареному варіанті) - мають досить складний характер навантаження.

Дослідити їх пружно-деформований стан на фізичних моделях не представляється можливим через велику вартість, складності виконання адекватної моделі і, отже, не гарантованості результату. І тут гарний результат може дати дослідження комп'ютерних моделей.

Комп'ютерне моделювання дозволяє досліджувати більшу кількість варіантів станини з різним числом ребер і з їх різноманітною конфігурацією. Тому, необхідно провести розрахунок пружно-деформованого стану конструкції станини методом кінцевих елементів, який є одним з найбільш ефективних чисельних методів розрахунків в машинобудуванні і має великі можливості для реалізації в САПР. Він дозволяє враховувати всі нюанси геометрії конструкції і різноманітність навантажень. Отже, використання комп'ютерного моделювання при розрахунку пружно-деформованого стану станини конусної дробарки дасть можливість отримати більш точні результати досліджень при менших економічних витратах.

Список літератури

1. **Осадчий А.М.** О направлениях совершенствования конусных дробилок ОАО «Уралмаш» // Качество, надежность, эффективная эксплуатация горно-транспортного оборудования: современное состояние и перспектива. Тез. докл. науч.-практ. конф. - Екатеринбург, 2000, С. 51 - 60.
2. **Беренов Д.И.** Дробильное оборудование обогатительных и дробильных фабрик. - Свердловск: Гос. научно-техн. издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1958. - 295 с.
3. **Донченко А.С., Донченко В.А.** Эксплуатация и ремонт дробильного оборудования. - М.: Недра, 1972. - 320 с.

Н.А. МАРЧИК, канд. техн. наук, доцент, В.С. ОСИПЧУК, магистрант
Криворожский национальный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

Эксплуатация установок глубокого бурения сопровождается интенсивной вибрацией, что отрицательно сказывается на долговечности металлоконструкций и работоспособности обслуживающего персонала. Вибрации, возникающие в скважине и передаваемые через колонну бурильных труб наземным сооружениям, имеют максимальную интенсивность в частотном диапазоне 3-6 Гц. Первопричиной их возникновения являются автоколебания и свободные колебания бурильной колонны.

В случае возникновения повышенной вибрации буровой установки на устье скважины в интенсивные колебания вовлекаются все элементы подъемной системы, массы которых в характерном комплекте составляют около 90 тонн. Колебания столь значительных масс с большими амплитудами возможны на частотах, близких к резонансным. В связи с этим полная информация о свободных колебаниях позволит выявить причины их интенсивной вибрации.

Известно, что лебедка, талевый блок и механизм крепления конца каната совершают колебания в вертикальном направлении, а перемещения вышки носят сложный пространственный характер. Поэтому необходимо исследование не только вертикальных, но и горизонтальных, крутильных и некоторых видов двухсвязных колебаний вышки.

Для определения жесткости конструкции использовалась схема, в которой к точкам взаимодействия вышки с полипастной системой - шкивом кронблока - приложены две вертикальные силы по 1 МН каждая, а для оценки и анализа параметров свободных колебаний буровой установки разработана дискретная расчетная схема вышки. На ней масса сооружения сосредоточена в 50-и равномерно распределенных узлах. Этим узлам придана вертикальная степень свободы. Соответственно в результате расчета на вычислительной технике были определены частоты собственных продольных колебаний объекта.

Интерес для исследований представляют свободные колебания в различных направлениях непосредственно вышки, поскольку она, воспринимая основную динамическую нагрузку от бурильной колонны, во многом определяет вибрационное состояние наземных сооружений установки глубокого бурения. Серия вычислений и анализ данных позволяют сделать вывод о том, что в диапазоне наиболее интенсивных возбуждений, генерируемых бурильной колонной на устье скважины, попадают частоты крутильных и двухсвязных колебаний вышки относительно вертикальной оси (соответственно 5,3 и 5,5 Гц). Частоты других видов свободных колебаний буровой вышки расположены в пределах от 0,3 Гц до 0,89 Гц.

Свободные колебания вышки с присоединенными к ней конструкциями имеют частоту, близкую к частоте отдельно рассматриваемого портала. Следовательно, массивный портал, имея низшую среди узлов, включенных в расчетную схему, парциальную собственную частоту, практически полностью определяет расчетную частоту всей системы.

Анализируя фрагменты распечатки результатов вычисления динамических характеристик сооружения можно сделать вывод, что динамическая сила, действующая на сооружение с частотой 3-4 Гц, вызывает наиболее интенсивные вибрации именно портала и балкона АСП.

Среди наземного оборудования установки в интенсивные колебания вовлекается талевый блок. Причиной этого являются особенности конструктивного расположения и низкое сопротивление перемещениям в горизонтальном направлении крепительных канатов.

Установлено, что одним из важных факторов является влияние длины бурильной колонны на частоту свободных колебаний буровой установки. Анализ показал, что по мере углубления скважины собственная частота быстро снижается, достигая к глубине 500 м только около 15% первоначального значения.

Таким образом, конструктивным варьированием упруго-инерционными параметрами соответствующих элементов буровой установки и выполнением поверочных расчетов уже на стадии проектирования можно добиться уменьшения амплитуды колебаний тех отдельных металлоконструкций, собственные частоты которых близки к частоте вероятного динамического возбуждения.

Н. А. МАРЧИК, канд. техн. наук, доц., М.И. ШЕПЕЛЕНКО, магистрант
Криворожский национальный университет м

ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОКОЛЕБАНИЙ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

Ответственным узлом установки глубокого бурения является бурильная колонна, представляющая собой длинный тяжёлый стержень. В верхнем сечении она подвешена к талевой системе и закреплена на роторе, а в нижнем – опирается на забой скважины через породоразрушающий инструмент. С ее помощью создается осевое усилие на забой; передается крутящий момент долоту посредством вращения всей колонны при роторном способе бурения; воспринимается реактивный момент от забойного двигателя при бурении погружными двигателями; подводится пульсирующий буровой раствор к забою и т.д.

Неблагоприятное вибрационное состояние установок глубокого бурения приводит к отказам оборудования, вызываемых усталостным разрушением несущих металлоконструкций. Для борьбы с этими явлениями необходимо прежде всего изучить природу вибрационных процессов и основные причины их возникновения при эксплуатации установок глубокого бурения [1].

Внимание многих исследователей привлекал широкий круг вопросов, возникающих при изучении динамики бурильной колонны непосредственно в процессе бурения, особенно роторного, которое по условиям работы колонны невыгодно отличается от турбинного способа, когда вращается лишь небольшая призабойная часть бурильной колонны.

В процессе роторного бурения колонна испытывает значительные колебания крутящего момента с четко выраженным периодическим характером. Колебания эти носят резкий характер (крутильные удары), их частота не коррелирует с частотой вращения бурильной колонны. Это явление связано с крутильными автоколебаниями бурового инструмента, которые возникают из-за нелинейного характера сил сопротивления вращению долота со стороны разрушаемой породы, а также трения пары «сталь-горная порода» при контакте бурильных труб со стенками скважины [2].

Фактором, обуславливающим возникновение автоколебаний и в значительной степени определяющим их параметры, является нелинейный закон сопротивления движению колонны в скважине.

Поэтому радикальный способ борьбы с автоколебаниями и их последствиями заключается прежде всего в аналитическом исследовании влияния трения в местах контакта бурильных труб со стенками скважины на процесс автоколебаний бурильной колонны.

Аналитическое определение параметров автоколебаний бурильной колонны производилось с помощью двухмассовой модели бурильной колонны.

Нижняя ее часть представлялась цилиндром, находящимся под воздействием нелинейного момента трения. А верхняя часть – упругим безинерционным стержнем с расположенным посередине цилиндром, который находится под воздействием вязкого трения.

Кроме того, в процессе бурения возникают разного рода случайные неконтролируемые факторы, которые могут привести к безостановочным фрикционным колебаниям или к автоколебаниям с нарастающей амплитудой, переходящим в релаксационные [2].

Экспериментальная часть методики предусматривает, что на ряде выбранных скоростей вращения ротора буровой установки измеряются развиваемые приводом крутящие моменты при работе вхолостую и при бурении с заданным осевым усилием.

Одновременно с этим в каждом случае фиксируется скорость углубления забоя и вид разрушаемых пород.

Таким образом, на современном этапе отсутствуют методы борьбы с автоколебаниями, связанные с управлением функцией трения. Поэтому для снижения автоколебаний реальным направлением является создание наземных средств виброизоляции несущих металлоконструкций и оборудования установок глубокого бурения.

Список литературы

1. Марчик Н.А. / Характеристика вибрационных процессов установок глубокого бурения и методы их снижения / Н.А. Марчик, С.П. Самошкина, А.Г. Дербас, О.В. Чернявская, Л.И. Лаухина // Украина.: КТУ, 2010. – 4 с.
2. Марчик Н.А. / Механика фрикционных автоколебаний установок глубокого бурения / Н.А. Марчик, С.П. Самошкина, А.Г. Дербас // Украина.: КТУ, 2010. – 2 с.

А.И. МЕДИНСКИЙ, студент, Н.И. ЦЫВИНДА, канд. техн. наук, доц.
Криворожский национальный университет

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ГИДРОЦИЛИНДРОВ ГОРНЫХ МАШИН

Одним из основных узлов гидравлической системы горной машины является гидроцилиндр (гидродвигатель поступательного движения).

Если объемные гидравлические насосы, контрольно-регулирующая и распределительная аппаратура стандартизованы, изготавливаются на специализированных предприятиях, то гидроцилиндры, в большинстве случаев, проектируются и изготавливаются к определенным машинам на заводах, изготавливающих эти машины.

Качество гидроцилиндров влияет на качество гидросистемы и качество машины.

Поэтому вопросы оценки качества гидроцилиндров и повышения качества имеют большое значение для повышения технического уровня многообразного проектируемого и изготавливаемого горного оборудования.

При оценке качества, расчетах показателей качества, прогнозировании показателей качества и выборе базовых показателей, сравнивать можно показатели различных типов гидроцилиндров, но только одного диаметра.

Основные единичные показатели надежности гидроцилиндров следующие: долговечность, средняя наработка на отказ, срок службы до капитального ремонта, срок службы до списания, среднее время восстановления, средняя трудоемкость ремонта.

Средняя наработка гидроцилиндра на отказ зависит, в основном, от долговечности уплотнений штока и поршня. ГОСТ 14896–84 оговаривает ресурс манжет по суммарному пути скольжения в среднем до 100 км, однако режим работы гидроцилиндра, качество манжет, качество трущихся поверхностей, окружающая среда и много других факторов дают такой разброс статистических данных по средней наработке на отказ, что сравнивать их пока затруднительно. Срок службы гидроцилиндра до капитального ремонта зависит от материалов трущихся пар, от качества покрытий штока и гильзы, а также от способа установки и закрепления гидроцилиндра на машине. В гидроцилиндрах горных машин этот показатель почти одинаков для разных конструктивных исполнений и в среднем равен 6-7 годам. Срок службы до списания совпадает со сроком службы до списания самой горной машины. Среднее время восстановления отказа на гидроцилиндре во многом зависит от конструкции и в частности от способа соединения крышек с корпусом, а также конструкции внешнего присоединительного элемента штока.

Средняя трудоемкость ремонта гидроцилиндра зависит, в основном от трудоемкости восстановления корпуса, так как остальные детали для гидроцилиндров разной конструкции почти одинаковы. Из сравниваемых конструкций наиболее технологична конструкция гидроцилиндра на Основные единичные показатели технологичности гидроцилиндра - это трудоемкость и материалоемкость, точность размеров, уровень унификации деталей.

Наибольшую трудоемкость и металлоемкость в гидроцилиндре имеет корпус. Таким образом, о технологичности гидроцилиндра можно судить по технологичности его корпуса. Из сравниваемых конструкций лучший показатель технологичности имеет корпус гидроцилиндра на шпильках. Необходимо отметить, что эта конструкция наиболее технологична не только в изготовлении, но и в сборке.

Самыми недолговечными элементами гидроцилиндра являются уплотнения штока и поршня, за ним следует шток, направляющая штока, корпус и поршень.

Кроме показателей особое внимание при проектировании уделяется геометрическим параметрам гидроцилиндров, которые влияют на компоновку всех узлов машин ее габариты и массу.

Одновременно с повышением показателей надежности и геометрических параметров необходимо улучшать технологический и экономический показатель качества, а это значит совершенствовать конструкцию элементов гидроцилиндра.

Анализ единичных показателей качества позволяет определить основные направления повышения качества гидроцилиндров горных машин.

**ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ГІРНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ
БОРОХРОМУВАННЯМ**

Проблема підвищення зносостійкості деталей машин та устаткування є однією з ключових у сучасному машинобудуванні. Досягнення високого рівня зносостійкості можливе за рахунок використання існуючих або створення нових зміцнюючих технологій.

Деталі гірничого обладнання, наприклад, швидкозношувані штанги бурових верстатів працюють в умовах газової корозії і корозійно-абразивного зношування і потребують підвищеної зносостійкості та довговічності.

Цементация, азотування і електролітичне хромування не забезпечують ефективного захисту від кавітації і ерозії. Ефективне підвищення корозійно-ерозійної стійкості сталі спостерігається в результаті борохромування, яке складається з послідовного дифузійного насичення бором, а потім хромом. Більшою стійкістю володіють дифузійні шари, що містять борідні і карбідні фази.

Показано, що при одночасному насиченні сталі вуглецевої з сумішшю, що містять порошки бору (або карбіду бору) і хрому, в дифузійному шарі не вдається одержати борід хрому і з'єднання насичуючих елементів В сумішах, в яких переважає бор, формується борідний дифузійний шар з невеликим змістом хрому. В сумішах, що містять менш 10-15% бору, протікає процес хромування і утворюється шар карбіду.

Рядом вчених досліджений процес борохромування сталей з суміші порошоків дибориду хрому, окислу алюмінію і фтористого амонію. Вивчені вплив складу суміші на фазовий і хімічний склад шару і кінетика його зростання.

При температурі 1000° С за 2 год. можна одержати дифузійний шар завтовшки -125 мкм. Подальше підвищення температури приводить до оплавлення поверхні і утворення евтектики В системі Fe-C-B-Cr. Дифузійний шар містить зону бориду Fe₂B і у поверхні невелика ділянка (10-15 мкм) монобориду Fe₂B, легованого хромом. У цій зоні твердість складає

HV 2500 МПа, а концентрація хрому дорівнює 22%. На відстані 10 мкм від поверхні вміст його зменшується удвічі, а твердість знижується до *HV* 2000 МПа.

Борохромування з порошку дибориду хрому, проведене при температурі не вище 850-900 °С, викликає незначну зміну розмірів (10-20 мкм), а чистота поверхні залишається незмінною при початковій чистоті Ra 0,1. Це дозволяє рекомендувати процес борохромування з порошку дибориду хрому для зміцнення деталей, нормальна робота яких вимагає високої чистоти поверхні і заданої величини зазору.

Результати випробувань показують, що процес борохромування більш ефективний, ніж одноконтентні процеси борування і хромування: опір сталі гідроабразивному зношуванню підвищується в сотні разів.

Результати експериментальних робіт підтверджують особливості впливу дифузійного насичення на властивості сталі і показують істотні переваги легування одночасно декількома елементами.

Борохромування забезпечує низький коефіцієнт тертя (0,07-0,08) і високі антифрикційні властивості при сухому терті і швидкостях ковзання 0,2-1,8 м/с.

Аналіз існуючих методів і способів борохромування, з огляду на технологічність, показує, що найбільш перспективним є лазерне легування.

У виробничих умовах були розроблені параметри технологічних процесів лазерного легування. При цьому були отримані боромісткі покриття із заданим фазовим складом, структурою та службовими характеристиками.

Дослідження показали, що в результаті борохромування з порошку дибориду хрому стійкість деталей значно підвищується. Зношування їх знижується в 10-20 разів порівняно з обробленими на твердість HRC 55-58. і у 3-5 разів в порівнянні з борувальними.

Промислове випробування борохромованих штанг, працюючих в умовах газової корозії і корозійно-абразивного зносу показало підвищення стійкості в порівнянні з необробленими в 3-5 разів.

К. С. СИРЕНКО студентка, С. Н. КАРАЧАБАН, ст. преподаватель
Криворожский национальный университет

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕНОСНОГО ФРЕЗЕРНОГО МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Одной из особенностей предприятий региона является применение значительного количества крупногабаритных узлов и деталей оборудования, такого как: корпусные детали и валы насосов, дробилок, редукторов экскаваторов, буровых станков, прокатных станов и т.д. Техническое обслуживание такого оборудования и, в частности ремонт, имеет свою специфику, заключающуюся в том, что он может выполняться только при наличии стационарных станков соответствующих размеров или с помощью мобильных станков для механической обработки.

Восстановление крупногабаритных (иногда уникальных) деталей с помощью стационарного оборудования, которое имеется на заводах-изготовителях не всегда представляется возможным в связи с технологическими, организационными, финансовыми и другими ограничениями.

Зачастую восстановление детали может происходить при планово-предупредительных ремонтах непосредственно в карьерах, шахтах на значительной высоте без демонтажа оборудования. Применение мобильных станков упрощает решение многих вопросов, связанных с ремонтом другого горно-металлургического оборудования.

Для обеспечения эффективной механической обработки, высокой точности и чистоты поверхности мобильные станки снабжены жесткими системами их монтажа на обрабатываемом изделии, обеспечивая лучшие результаты, чем при обычном демонтаже или замене деталей.

Несмотря на то, что мобильные станки разработаны для специальных применений, они являются гибкими системами, что позволяет адаптировать их к значительному числу схожих применений. Должным образом установленное мобильное оборудование обеспечивает то же качество обработки деталей, что и стационарные станки.

Используя мобильные (портативные) станки для фрезерования пазов либо станки 3-координатного фрезерования, можно легко на месте прорезать точный шпоночный паз на или канавку на крупногабаритном валу диаметром до 610 мм или отфрезеровать плоскую поверхность размерами 610 мм на 3050 мм.

В этих случаях зачастую стоимость, например, фрезерования шпоночного паза в мастерской соизмерима со стоимостью станка для фрезерования пазов. А для выполнения ремонта габаритных изделий, ответственных станин и посадочных мест просто не существует иного решения, как применение 3-координатных фрезерных станков.

Мобильные фрезерные станки позволяют выполнять работы по фрезерованию различных плоских поверхностей в любом пространственном положении, в том числе уступов с углом 90° , по обработке шпоночных пазов и лысок на валах. Технология использования станков с применением высокоточной системы лазерной юстировки позволяет выполнять работы с точностью по плоскостности до 0,1 мм/1000 мм. Таким образом, мобильные фрезерные станки позволяют производить обработку поверхностей по чистоте и в допусках, соответствующих требованиям чертежа завода-изготовителя детали. Наличие ряда конструкций мобильных фрезерных станков, а также приспособлений к ним позволяет производить обработку поверхностей различных размеров с одной установки станка.

Таким образом, в мобильных фрезерных станках фреза, закрепленная в шпинделе фрезерного станка, совершает вращательное (главное) движение, но в отличие от классической схемы, прямолинейное или криволинейное движение подачи совершает фрезерная головка.

Как следствие, при работе мобильного фрезерного станка, обрабатываемая деталь остается неподвижной, а движение подачи осуществляется за счет перемещения элементов станка относительно детали. Управление станком может быть ручным, автоматизированным или осуществляться с помощью системы ЧПУ.

По производительности мобильная обработка не уступает традиционным способам обработки, а с учетом комплекса подготовительно-заключительных операций может их превосходить.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ГІРНИЧИХ МАШИН

В останні роки з'явився ряд нових технологій термічної і хіміко-термічної обробки, які дозволяють отримувати якісно нові характеристики виробів. Розплавні технології в термічній обробці (зміцнення, відпуск, цементация, нітроцементация, азотування) набагато ефективніше, ніж традиційні (в газових середовищах, вакуумі, тліючому розряді). Наприклад, для обробки в газовій атмосфері обов'язковою умовою є постійна примусова депасивация насичування поверхні. Стадія депасивации подовжує цикл обробки, і при недостатньо суворому її контролі може негативно позначитися на якості оброблюваної деталі. Недоліки, описані вище, відсутні у розплавних технологіях. При зануренні металу в розплав солей на межі метал - розплав безперервно починають протікати природні обмінні реакції і пасивуючі плівки вже не можуть існувати. Це призводить до того, що процес насичення в рідкому середовищі протікає з максимально можливою швидкістю, причому насичення починається безпосередньо з моменту занурення деталі в розплав. Крім того швидкість нагріву в розплавах 2-5 разів вище ніж при традиційних видах обробки, а відкрите дзеркало ванни дає можливість в широких межах регулювати швидкість охолодження після насичення.

Розплавні технології в термообробці дозволяють проводити крім гартування і інші види обробки: нормалізацію, відпал, відпуск. Особливістю реалізації таких технологій є те, що використовувані солі можуть бути різного складу: нейтральні, з різним вуглецевим потенціалом і ін. Це дозволяє запобігти хімічним змінам поверхні металу - утворення окалини і обезвуглецювання і що особливо важливо, при охолодженні на повітрі деталь покрита тонким шаром розплаву, який захищає поверхню.

Широке застосування останнім часом знаходять низькотемпературні процеси поверхневого зміцнення в розплавах солей, такі як карбонітрація і Tenifer процес (Німеччина) [1]. Ці технології часто використовуються замість азотування, а в поєднанні з подвійним оксидуванням і замість гальванічного хромування.

Карбонітрація сталі та чавуну призводить до утворення на поверхні зміцненого шару завтовшки до 0,5 мм складається з двох зон [2]: верхня зона товщиною до 15 мкм представлена в основному ϵ -фазою (Fe_3N), під якою розташовується дифузійна зона, що складається з твердого розчину азоту і вуглецю з включеннями карбонітридних фаз. Процес карбонітрації є фінішною обробкою, після якої дозволено лише доводочні операції (полірування, протирання) на глибину не більше 3 мкм, шліфування на глибину більше 10 мкм неприпустима, так як видаляється ϵ -фаза, яка є відповідальною за основні властивості деталей.

Одним з недоліків майже всіх дифузійних покриттів є те, що вони не мають високу стійкість до абразивного зношування. Виняток становить технологія дифузійного борування в порошках і пастах.

Боруванню можуть піддаватися сталі будь-яких класів і чавуни. В результаті борування на поверхні можуть формуватися як однофазні (тільки Fe_2B) так і двофазні (спочатку FeB , а далі Fe_2B) шари. Твердість зміцненого шару становить понад 1200HV. Однофазні шари (Fe_2B) надають більш сприятливі властивості. Fe_2B менш крихкий, ніж багатший бором FeB . Можливості порошкової технології такі, що варіюючи параметрами процесу (склад порошку, температура, час) можна управляти структурою, а, отже, і властивостями. Загальна товщина шару сильно залежить від складу сталі, але в середньому становить 100-200 мкм.

Особливо слід відзначити, що після борування деталі можуть бути піддані зміцненню з відпуском, для формування остаточних властивостей серцевини.

Застосування технології борування особливо ефективно при виготовленні деталей де складає абразивного зносу перевищує всі інші.

Список літератури

1. Ulrich Baudis, Michael Kreutz. Technologie der Salzschnmelzen. M.: verlag modern industrie, 2001.
2. Прокошкин Д.А. Теория и практика цианирования быстрорежущих сталей. М.: ВНИИТОМ, 1940.

ПЛАЗМЕННО-МЕХАНІЧНА ОБРОБКА ДВОФАЗНИХ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

Плазмова дуга, як високотемпературне джерело нагрівання, має широкі технологічні можливості: вона дозволяє реалізувати різноманітні способи обробки металів, у яких, залежно від цілей обробки, плазма може виконувати функції інструмента (сплавка припуску), або функції джерела нагрівання, що передує зняттю припуску лезовим інструментом.

Нагрівання заготовки плазмовою дугою викликає ряд явищ: збільшення здатності оброблюваного металу до пластичної деформації; зниження його міцності; виникнення системи структурних перетворень і термічних напруг у поверхневих шарах заготовки; розплавлення поверхневого шару припуску; зміна параметрів тертя на контактних поверхнях заготовки й інструмента, температури контакту; зміна хімічного складу в поверхневих шарах.

Характер і обсяг протікання перерахованих явищ залежить від теплофізичних властивостей оброблюваного матеріалу, швидкості відносного переміщення заготовки й джерела нагрівання, теплової потужності плазмової дуги. Міняючи зазначені параметри, можна досягти збільшення ступеня прояву тієї сторони плазмового впливу на матеріал заготовки, домінування якої вважається доцільним для даного випадку. Спроби вивчення й реалізації найбільш перспективних схем плазменно-механічного торцевого фрезерування (ПМТФ) показали, що доцільно створювати можливість регулювання нагрівання по ширині припуску, оскільки нагрівання різних ділянок контакту зуба фрези із заготовкою (входу або виходу) приводить до підвищення стійкості різального інструменту.

Можна сформулювати I вимогу до джерела нагрівання для ПМТФ деталей з титанових сплавів – можливість регулювання ширини нагрівання від деякої мінімальної величини до розміру, рівного ширині фрезерування. При виборі глибини різання, рівній максимальній глибині структурних перетворень, вершина ріжучого елемента перетинає на своєму шляху зону нерозміцненого металу, що може привести до інтенсивного зношування інструмента. При виборі ж глибини різання, рівній мінімальній глибині перетворень, на обробленій поверхні залишаються зони структурно зміненого (зміцненого) металу, що не допускається вимогами до якості поверхневого шару готової деталі. Цим визначається II вимога – відсутність оплавлення поверхневого шару заготовки при достатньому тепловкладенні в матеріал припуску. III критерій – забезпечення рівномірної глибини структурних перетворень. IV критерій – можливість досягнення необхідної температури в зоні різання до моменту фрезеруванні.

Експерименти показали, що в умовах ПМТФ за даною схемою доцільно встановити залежність між розміром плями нагрівання в напрямку подачі, частотою періодичного руху скануючої плазмової дуги й хвилинною подачею заготовки

$$l_s = \frac{S_m}{n} \times i,$$

де S_m - хвилинна подача при фрезеруванні, мм/мин; n - число подвійних доходів ходів плазмотрону, подв.х/хв; i - ціле число $i = 1, 2, 3, \dots, n$; l_s - величина плями нагріву в напрямку подачі, мм.

З урахуванням викладених вимог був розроблений однодуговий плазмотрон постійного струму для ПМТФ. Попередні експерименти по ПМТФ дозволили уточнити технічні дані плазмотрона й маніпулятора.

Можливості верстатного встаткування, що серійно випускається плазмового й, не перешкоджають розробці способу плазменно-механічного торцевого фрезерування, при якому в результаті плазмового впливу можна обробляти припуск, що має температуру 300-400°C.

Прийняте доцільним, щоб джерело нагрівання відповідало критеріям: відсутність оплавлення оброблюваної поверхні; забезпечення рівномірної глибини структурних змін у матеріалі припуску; можливість регулювання плями нагрівання до розміру ширини фрезерування й більш.

Список літератури

1. Резников Н.А., Шатерин М.А., Кунин В.С., Резников Л.А. Обработка металлов резанием с плазменным нагревом. М: Машиностроение, 1986.-232 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Перед машинобудуванням ставиться задача підвищення ресурсу роботи деталей та вузлів. Одним з напрямків збільшення ресурсу роботи є підвищення зносостійкості деталей, що працюють при тривалих навантаженнях, що може бути досягнуто за рахунок широкого впровадження в промисловість принципово нових прогресивних технологій.

Виходячи з техніко-економічних міркувань і ступеня готовності методів нанотехнологій, можна стверджувати, що в теперішній час основним варіантом впровадження нанотехнологій в машинобудування є методи поверхневого зміцнення і модифікації, в тому числі з використанням мікро- й ультрадисперсних порошків і наноструктур [1]. Серед розглянутих методів поверхневого зміцнення найбільш технічно й економічно ефективними являються хром-алмазні покриття. Вони ефективні для підвищення зносостійкості деталей машинобудування, стійких до тертя, корозії, старіння й окислення. Впровадження часток в кристалічну решітку металів призводить до утворення композиційних електрохімічних, фізико-хімічних покриттів (КЕП), що володіють покращеними фізико-хімічними властивостями. Наявність мікроскопічних й адсорбційно-активних часток наноалмазів сприяє збільшенню адгезії хром-алмазного покриття з матрицею. Крім того, покриття витримує високі динамічні навантаження при експлуатації.

Отримання алмазно-кластерних покриттів (АКП) засновано на здатності наноалмазних часток розміром 4÷6 нм осідати одночасно з металами при їх електрохімічному відновленні з розчинів солей. Це призводить до утворення двофазного КЕП, що складається з металічної матриці й впроваджених в неї дисперсних часток наноалмазів.

Враховуючи, що однією з основних деталей машин і механізмів до теперішнього часу є зубчасте колесо, саме воно і було взяте в якості об'єкта дослідження. Низькі довговічність й зносостійкість зубчастого колеса знижують ресурс роботи вузлів і виробів. Це обумовлено недостатніми й втомлюваними властивостями поверхневого шару зуба, що призводить до пітінгового ефекту й втомлюваного викришування, а для коліс, що працюють в рідинах, зокрема гідронасосів, - кавітаційного зносу. Для підвищення експлуатаційних характеристик зубчастих коліс пропонується принципово нова технологія з використанням останніх досягнень в області нанотехнологій.

В залежності від складу електроліту, вибраних підшарів і режимів нанесення можливе отримання АКП з різними заданими властивостями. Покриття наносяться електрохімічним способом в гальванічних ваннах. Ця технологія дозволяє отримати АКП - покриття товщиною 15÷150 мкм. Технологічний процес нанесення покриття на вироби здійснюється в лініях, що містять до 10÷12 ванн. Склад ванни хімічного знежирення - лабомід. Хромування проводиться при щільності струму 50÷60 А/дм² і температурі 50÷58°C. Для нанесення покриття товщиною 50 мкм, яке було вибрано для реалізації технологічного процесу, необхідно при вказаних режимах 2,5÷3 год. Вміст часток алмазів в покритті становить 0,5÷1,0 %.

Таким чином, технологічний процес виготовлення зубчастих коліс буде в себе включати (крім основних технологічних операцій) і гальванічне нанесення АКП, попередньо зменшуються розміри деталі в діаметральному напрямку на 0,05 мм на поверхнях під покриття.

Технологія отримання КЕП на основі хрому і ультрадисперсних алмазів (УДА) реалізується на стандартному обладнанні з мінімальними змінами існуючого промислового процесу хромування; забезпечує економію матеріалів і електроенергії в наслідок зменшення товщини покриттів і збільшення виходу по струму, дозволяє підвищити продуктивність гальванічних ліній, а також знизити об'єм відходів на одиницю площі покриття. При цьому ресурс деталей, зокрема зубчастих коліс гідронасосів, збільшиться в декілька раз.

Список літератури

1. Марини Г.В., Колокольцев Г.И., Лазарев М.Д. Нанотехнология и обработка с субмикронной точностью // *Технология: Научно-техн. Сб. ЦНТИ «Поиск», 1990.*

С.О. ПЕТРОВ, О.В. ЗОТОВА, асистенти, Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ФРЕЗЕРНО-ГРАВІЮВАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ МОДЕЛІ ROLAND MDX-20 У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

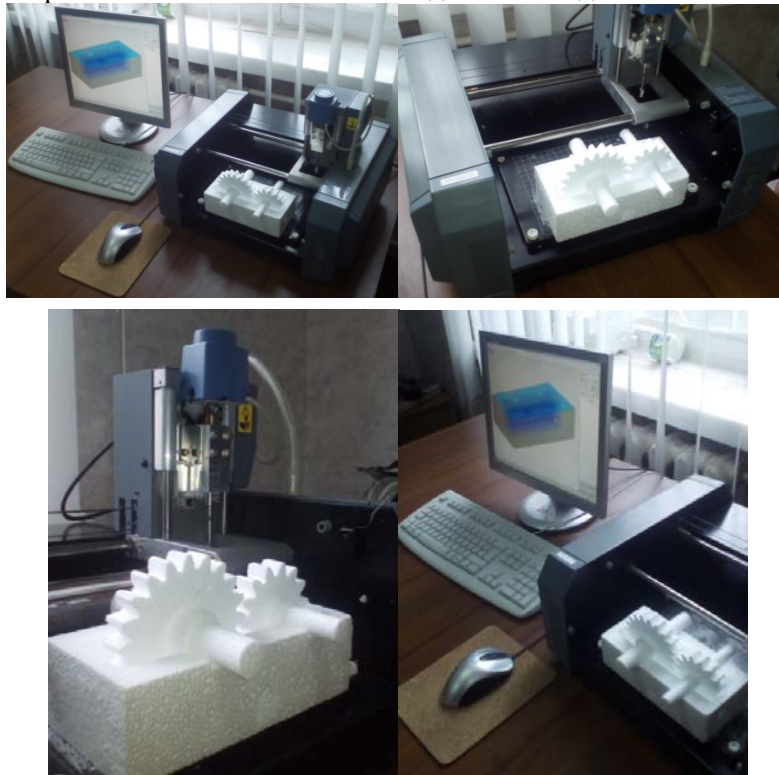
В останній час в Україні, все більше підприємств переходять на автоматизацію свого виробництва. Щоб вижити в нелегких умовах конкуренції підприємствам доводиться як можна швидше випускати нові вироби, знижувати їх собівартість і підвищувати якість. У цьому їм допомагають сучасні системи автоматизованого проектування (САПР), що дозволяють полегшити весь цикл розробки виробів.

Тому, задача кафедри технології машинобудування - підготувати технологів-програмістів високої кваліфікації. Для цього, в навчальному процесі, поглиблено вивчаються САМ-системи, які призначені для підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК, орієнтовані на використання СОМ.

За допомогою фрезерно-гравіювального верстату моделі ROLAND MDX-20 та програмного забезпечення, що входить в комплект поставки, студенти кафедри моделюють та виготовляють деталі різної конфігурації. А за допомогою програми Virtual MODELA мають змогу переглянути процес обробки з урахуванням обраного інструменту, а також побачити чистоту та час обробки. ROLAND обробляє модельний віск, латунь, дерево, пластики, алюміній й акрилове скло.

Фрезерна машина ROLAND MDX-20 забезпечена програмою Dr.Picza для тривимірного сканування. За допомогою якої студенти повністю керують процесом сканування: змінюють крок сканування і розміри зони, міняють опуклість/вгнутість зображення для створення ливарних форм, створюють дзеркально-симетричні об'єкти, регулюють нахил об'єкта, включати функцію згладжування кривих, встановлюють висоту поверхні.

В статті докладно розглянуто технологічний процес виготовлення спрощеного макету одноступінчатого циліндричного редуктора на верстаті ROLAND MDX-20, що дозволяє проаналізувати широкий спектр технологічних можливостей даного обладнання.



Практичне використання САМ-систем, а саме моделювання та програмування процесу обробки, в навчальному процесі забезпечить якісну підготовку технологів-програмістів.

В.П. НЕЧАЄВ, канд. техн. наук, доц., О.В. ЗОТОВА, асистент
Криворізький національний університет

РОЗВИТОК МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ КОНТАКТНИХ ПРОЦЕСІВ У КРУПНОМОДУЛЬНОМУ ЗУБЧАСТОМУ ЗАЧЕПЛЕННІ

В останній час спостерігається стала тенденція збільшення потужності машин, чим обумовлені значне зростання динамічних навантажень на приводи, значно підвищився напружений стан елементів редукторів гірничих машин.

Зовнішнє навантаження, що сприймає гірнича машина, підпорядковується закону випадкового розподілення. Пікові величини робочих навантажень зростають в 1,7-2,5 рази у порівнянні зі середніми значеннями, їх тривалість становить 0,1-0,2 с. При цьому, близько 25% всіх відмов гірничого обладнання пов'язані з виникненням пошкоджень в елементах трансмісії [1].

Зубчасті передачі гірничих машин сприймають при своїй роботі навантаження, що викликають поверхневий знос і втомлюване контактне руйнування робочих поверхонь зубів, а також їх згинальні напруги зубів.

При передачі крутного моменту в зачепленні, крім нормальної сили F_n , діє сила тертя $F_{тр}$, яка обумовлена тертям кочення профілів друг по другу і їх взаємному просковзання друг відносно друга. Під дією цих сил зуб знаходиться в напруженому стані. Вирішальний вплив на його працездатність чинять два основних фактори: зусилля, що викликають контактні напруги і напруги згинання. Ці напруги являються причиною втомлюваного руйнування зубів: поломки зубів, викришування робочих поверхонь. Крім того, в процесі експлуатації зубчастих коліс відбувається знос робочих поверхонь зубів під дією контактних навантажень і зовнішнього тертя в зачепленні.

На працездатність зубчастих передач впливають як зовнішні фактори, що визначають передавані крутні моменти і характер обертання зубчастих коліс, так і внутрішні, що залежать від технічного стану механізму. Взаємодія зовнішніх і внутрішніх факторів створює безліч можливих пошкоджень зубчастих передач. Незважаючи на незмінність в процесі експлуатації передаточного відношення зубчастої передачі, дані фактори змінюються, що приводить до переважно визначеного виду зносу або пошкодження.

На працездатність зубчастого зачеплення впливають такі зовнішні фактори:

Значення прикладаємого силового навантаження визначає наступний характер пошкоджень на робочій поверхні: номінальне навантаження не приводить до зміни форми зуба і не залишає значних слідів деформації на робочій поверхні зубчастої передачі; змінні або знакозмінні сили, приводять до появи на площадках контакту напружень, що перевищують межу витривалості матеріалу, залишають на робочій поверхні осповидні поглиблення, що викликані втомленістю матеріалу; пластичні зсуви на робочій поверхні зубчастої передачі відбуваються при перевищенні напруг, що діють на площадках контактів межі текучості, поверхневий шар металу переміщується від ділильного діаметру до вершини зуба, утворюючи виступ.

Проміжними проявами діючих сил являються: відшарування часток металу з робочої поверхні зубів; наклеп через сильні удари при наявності зазору в зачепленні.

Характер прикладеного силового навантаження пов'язаний з постійністю або непостійністю частоти обертання, змінною напрямку обертання, значенням динамічної складової.

Динамічні удари часто приводять до поломки зубів.

При збільшенні частоти обертання збільшуються вимоги до точності виготовлення і установки зубчастих передач, в протилежному випадку - збільшується знос зубів. В нереверсивних передачах слід оглядати зворотну (неробочу) поверхню зуба (можуть проявлятися помилки виготовлення або монтажу).

Список літератури

1. Квагинидзе В.С. Экскаваторы на карьерах. Конструкции, эксплуатация, расчет. Учебное пособие / В.С.Квагинидзе, Ю.А. Антонов, В.Б. Корецкий. – М.: МГТУ, 2009. – 409 с.

Б. М. ЛИТОВКО, канд. техн. наук, доц., М.И. ШЕПЕЛЕНКО, магистрант
Криворожский национальный университет

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТАКТНЫХ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ С РЕЖИМОМ ОХЛАЖДЕНИЯ И ОСУШЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Зачастую на современных горных предприятиях, применяют многоступенчатые турбокомпрессоры, для выработки сжатого воздуха. Промежуточное охлаждение сжатого воздуха между секциями таких турбокомпрессоров является основной технической задачей для их безупречной эксплуатации. Применяемые для этих целей воздухоохладители поверхностного типа, не всегда обеспечивают необходимое охлаждение воздуха. Причиной этому, в первую очередь, является ухудшение их эффективности из-за отсутствия на компрессорных станциях водоподготовки, что впоследствии приводит к загрязнениям теплообменных поверхностей накипными отложениями.

Обычно, в наихудших случаях, температура воздуха на выходе их воздухоохладителей, может достигать 75–90°C (вместо 35°C). В тоже время повышение температуры воздуха после промежуточных воздухоохладителей на 10°C, в диапазоне давлений 0,7–0,8 МПа, приводит к увеличению удельного расхода электроэнергии в среднем на 0,6–0,8% [1], а перерасход электроэнергии на один турбокомпрессор может составить 450–600 кВт·ч в сутки. Ухудшение эффективности конечных воздухоохладителей напрямую не влияет на работу турбокомпрессоров, но приводит к увеличению потерь давления при транспортировке сжатого воздуха и попаданию влаги в пневмодвигатели горных машин из-за отдаления точки выпадения конденсата за пределы влагоуловителей [2].

Повышение эффективности охлаждения воздуха, возможно с помощью отказа от применения воздухоохладителей поверхностного типа заменив их, внутренним испарительным охлаждением воздуха. Но, этот вариант, не целесообразен и имеет целый ряд недостатков. Возможность снижения температуры сжимаемого воздуха за счет впрыскивания воды не является безграничной, так как при достижении температуры, соответствующей точке росы, дальнейшее испарение воды, а, следовательно, и охлаждение воздуха прекращается [2].

Более эффективно применение контактных воздухоохладителей с режимом охлаждения и осушения сжатого воздуха. Впервые такая возможность обоснована в работе [3].

Контактный воздухоохладитель включает смесительное устройство, выполненное в виде трубы Вентури, сепаратор капельной влаги с внутренним карманом и поплавковый регулятор уровня.

Принцип действия контактного воздухоохладителя: холодная вода подается в смесительное устройство, дробиться потоком горячего воздуха и смешивается с ним. В образовавшейся воздушно-водяной смеси происходит интенсивный теплообмен, при котором происходит нагревание воды, и охлаждение воздуха. В сепараторе капельная вода отбрасывается центробежной силой к его стенкам и с воздухом уходит через карман в свободное пространство, где скорость воздуха уменьшается ниже величины парения капель. Далее он смешивается с основным потоком сухого охлажденного воздуха. Вода, которая отделилась в сепараторе самотеком поступает в регулятор уровня, обеспечивающий ее отвод на охлаждение в градирню с поддержанием гидравлического затвора.

Первостепенное достоинство этого способа – высокая интенсивность теплообмена из-за отсутствия разделяющих поверхностей, которые подвергаются загрязнению накипью.

Таким образом, в результате исследования контактного воздухоохладителя подтверждена востребованность полученных ранее теоретических зависимостей и методик расчета.

Список литературы

1. **Замыцкий О.В.** Влияние промежуточного охлаждения на показатели работы турбокомпрессоров / **О.В. Замыцкий** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М: МГГУ. – 2002. №1, , С. 81–82.
2. **Замыцкий О.В.** Промышленные исследования контактного охлаждения сжатого воздуха в турбокомпрессорах / **О.В. Замыцкий, Б.М. Литовко** // Збірник наукових праць Науково-дослідного гірничорудного інституту Державного вищого навчального закладу «Криворізький національний університет». – Кривий Ріг, НДГРІ ДВНЗ «КНУ», 2014-2015. – №55 – 316 с.
3. **Замыцкий О.В.** Анализ способов охлаждения при производстве сжатого воздуха для горных машин / **О.В. Замыцкий** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М: МГГУ. – 2001. №10. – С.67-70.

О.В. ЗАМЫЦКИЙ, д-р техн. наук, проф., И.В. АРТЁМЕНКО, магистрант
Криворожский национальный университет

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЭС ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Актуальность проблемы достижения экологического и надежного производства электроэнергии постоянно растет вместе с проблемой совершенствования энергетического оборудования. Ведь вполне естественный процесс «морального» старения объекта приводит и к худшим показателям экологических нормативов, и к существенно большему расходу топлива.

Как же усовершенствовать технологию производства электроэнергии на ТЭС? Ответ есть: трансформировать термическую энергию Солнца в электрическую. Вот только несколько способов концентрации солнечных лучей и генерирования теплоты: параболические коллекторы, компактные линейные френелевые рефлекторы, коллекторы башенного типа. При этом солнечная энергия не трансформируется в электрическую, а используется для перегрева теплоносителя. Из этого следует, что на реновационных ТЭС, как и на старых, происходит генерирование высоких тепловых энергий теплоносителя, необходимых для эксплуатации турбогенераторных установок. Рассмотрим некоторые аспекты технико-экономической целесообразности реновации ТЭС гибридными модулями[2].

Капитальные затраты на строительство новой ТЭС на твердом топливе составляют 1680 Евро/кВт[4], а на строительство реновационной ТЭС – 970 Евро/кВт. Себестоимость выработанной электроэнергии для ТЭС на твердом топливе (уголь с теплотворной способностью 5500 ккал/кг и цена 85 дол/т) составляет порядка 0,038-0,055 Евро/кВт, на мазуте - 0,075-0,01 Евро/кВт и на газе (цена 300 дол/1000 м³) – 0,026-0,038 Евро/кВт[3]. Себестоимость выработанной электроэнергии на реновационных ТЭС составляет 0,05-0,12 Евро/кВт.

На сегодня реновация ТЭС уже перешла из стадии проектирования в стадию реализации. Институтом исследования электрической энергии EPRI с 2009 г. началась реализация четырех пилотных проектов. Это ТЭС на газовом топливе с комбинированным циклом Chuck Lenzie в США. В паровом цикле централи подается перегретый пар солнечных коллекторов, а балансирование флюктуации мощности компенсируется сжиганием газа. ТЭС на твердом топливе (уголь) и перегретый пар от компактных линейных френелевых рефлекторов Escalante Generating Station, США. Пар подается в промежуточных пароперегревателях котла. ТЭС PS2 Abengoa La mancha на газовом топливе и гибридный модуль башенного типа, Испания. ТЭС Abengoa Mogosso, сочетающая тепловую электростанцию на газовом топливе и солнечную электростанцию башенного типа. Работает с мая 2011 г. в Марокко.

Итак, реновация производства электроэнергии ТЭС на основе строительства гибридных модулей имеет огромные преимущества: это снижение потребления дорогих топлив, снижение эмиссии парниковых газов и как следствие - снижение инвестиционных затрат на достижение экологических норм, а также снижение себестоимости выработки электроэнергии и строительства новых мощностей. Серьезные недостатки реновации - это, прежде всего, географическое положение и климатические факторы, влияющие на солнечное излучение, и необходимость конструктивных изменений тепло-электростанции. Надо учитывать экономическую нецелесообразность строительства в регионах с дешевым топливом (газом) [1].

Широкое внедрение нетрадиционной энергетики имеет много положительных сторон: энергия солнечного излучения доступна и неисчерпаема, значительная экономия природного органического топлива, мощность СЭС может быть неограниченно большой, капиталовложения постоянно уменьшаются из-за технического совершенствования фотоэлектрических элементов.

Список литературы

1. Паничаров Генчо. Реновация производства электроэнергии ТЭС на основе строительства гибридных модулей / Генчо Паничаров, О. Г. Мовчан // Вісник Криворізького національного університету. – 2012. – № 31. – С. 84-87.
2. Стребков Д.С., академик РАСХН. Будущее солнечной энергии. М., 05.11.2011.
3. Нигматулин Б.И. О стоимости электроэнергии угольных ТЭС для потребителей России, Германии и США. М, 2010.
4. Кочуров Е. Л., Рубиновский А. В. Энергообследование и ТЭО строительства ТЭЦ. Наш опыт.- В кн.: Сб. докладов X Международного симпозиума "Энергоресурсоэффективность и энергосбережение". Ч. 1, декабрь 2010.

О. В. ЗАМЫЦКИЙ, д-р техн. наук, проф., Е.А. ЗОЗЕНКО, студентка
«Криворожский национальный университет»

ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

В настоящее время одной из основных и главных мировых тенденций нового тысячелетия считается направление в развитии мировой энергетики, в которой заложен поиск альтернативных и новых источников энергии.

Основными критериями при внедрении инновационных источников является их безопасное использование, накопление, а также мобильность.

В последние годы учеными всего мира выдвигаются множество различных идей и предложений по использованию всевозможных возобновляемых видов энергии. Разработка некоторых проектов еще только начинается. Так, существуют предложения по использованию энергии разложения атомных частиц, искусственных смерчей и даже энергии молнии. Но существуют и «традиционные» виды альтернативной энергии. Это энергия солнца и ветра, энергия морских волн, приливов и отливов. Основным видом "бесплатной" неиссякаемой энергии по справедливости считается солнце. Солнце каждую секунду излучает энергию в тысячи миллиардов раз большую, чем при ядерном взрыве.

Солнечная энергетика по многим прогнозам современных исследователей является одной из самых перспективных отраслей возобновляемой энергетики. Развитие солнечной энергетике также связано с масштабными программами поддержки возобновляемой энергетики, реализуемыми в развитых странах Европы, США, Японии.

Количество солнечной энергии, поступающей на Землю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и других энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых.

Использование всего лишь 0,0125 % солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование 0,5% - полностью покрыть потребности в будущем [1]. Потенциал солнечной энергии настолько велик, что, по существующим оценкам, солнечной энергии, поступающей на Землю каждую минуту, достаточно для того, чтобы удовлетворить текущие глобальные потребности человечества в энергии в течение года.

В течение последнего десятилетия на рынке солнечной энергетики наблюдался активный рост. Фотовольтаика уже стала полностью конкурентоспособной частью системы электроснабжения в Европейском союзе (ЕС) и с каждым годом всё более важной частью энергетического баланса по всему миру.

Украина располагает колоссальным потенциалом практически по всем возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), в том числе по фотовольтаике. Практически на всей территории довольно много районов, где среднегодовой приход солнечной радиации составляет 4-5 кВт·ч на квадратный метр в день, этот показатель соизмерим с югом Германии и севером Испании, которые являются лидирующими по внедрению фотоэлектрических систем[2].

Благодаря последним тенденциям развития нашей страны, а именно: закону Украины об электроэнергетике, в котором предусмотрен так называемый "зеленый" тариф, суть которого гласит, что закупаемая электрическая энергия, произведенная на объектах электроэнергетики, из альтернативных источников энергии является приоритетной для использования.

Цель введения зеленого тарифа в Украине - это стимулирование развития новых видов энергетических ресурсов, привлечение инвестиций в технологии использования возобновляемых источников энергии.

Основные преимущества - это экономия электроэнергии от сети, реальная окупаемость энергосберегающего оборудования. Закон о зеленом тарифе в Украине действуют до 2030-го года, что уже обещает положительные показатели в этом аспекте. Последние направления в развитии альтернативных источников энергии дают возможность осуществить экологическую революцию в энергетическом обеспечении Украины.

Список литературы

1. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. Солнечная энергетика: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.И. Виссарионова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 317 с.
2. Чопра К., Дас С. Тонкопленочные солнечные элементы / Пер. с англ. с сокращениями. - М.: Мир, 1986. - 435 с

ТУРБОКОМПРЕСОР ЯК ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА ДЛЯ ДВИГУНА СТЕРЛІНГА

Через непомірний ріст цін на енергоресурси та скінченність традиційних джерел енергії, країни, члени ЄС задекларували збільшити до 20 % частку відновлюваної енергії до 2020 р. Разом з тим енергетична ситуація в Україні знаходиться не в найкращому стані. Не раціональне використання наявних джерел енергії та величезна енергоємність виробництва призводить до залежності України від постачальників енергоресурсів та гостро ставить проблему раціоналізації, та пошуку нових джерел енергії.

На сьогоднішній день турбокомпресори міцно утримують позицію найбільш розповсюджених пристроїв нагнітання повітря. Зустріти його можна скрізь починаючи з автомобіля, закінчуючи літаком, також застосовується в шахтах та у важкій промисловості.

Головною проблемою є охолодження стисненого повітря, температура якого може сягати до 200 °С й вище. Середовищем, що охолоджує, може слугувати: атмосферне повітря, циркуляційна чи мережева вода та інші. При охолодженні атмосферним повітрям, тепло, що відводиться від стисненого газу, просто викидається в атмосферу. При охолодженні водою, остання також викидається в водойми призводячи до їх теплового забруднення.

На сьогодні, найбільш раціональним є використання тепла стисненого газу для нагріву мережевої води і подальшому її використанню для технічних потреб. Зазвичай проміжне охолодження газу та нагрів мережевої води відбувається в трубчатому теплообміннику.

Перспективним в цьому напрямку є утилізаційний двигун Стерлінга.

Двигун Стерлінга (ДС) - тепловий двигун із зовнішнім підводом тепла. Він працює за замкненим термодинамічним циклом Стерлінга. Незмінна кількість робочого тіла циркулює між двома камерами із різними температурами, де по черзі нагрівається та охолоджується. За рахунок цього робоче тіло змінює свій об'єм і рухає робочі поршні.

Двигун, що працює за циклом Стерлінга, відрізняється від двигунів внутрішнього згоряння тим, що в пристрої присутня незмінна кількість робочого тіла. Сучасні стерлінги зазвичай виконуються герметичними, а в якості робочого тіла використовують водень, гелій, азот під високим (вище 10 МПа) тиском. Тепло передається у систему, і відбирається із системи через стінки. В середині системи згоряння немає, і як наслідок, відсутні стрибки тиску, які супроводжують процес згоряння.

Особливостями даних двигунів є: незначна витрата мастильних матеріалів; невеликий обсяг технічного обслуговування; двигун однаково добре працює і в спеку, і в мороз, на відміну від ДВЗ, який в холоди треба спочатку прогріти.

Вагомою особливістю стерлінга є те, що маленький стерлінг працює не гірше за великий. В маленькій камері швидше вирівнюється різниця температур, процеси майже ізотермічні. Тобто, якісно зроблений модельний двигун буде працювати навіть краще від великого.

Застосувавши замість теплообмінника утилізаційний двигун Стерлінга, де зона нагрівання буде відбирати тепло у стисненого газу, а зона охолодження буде охолоджуватись водою, тобто принципова схема компресорної установки залишиться незмінною, отримаємо механічну енергію, яку найбільш логічно використати на привід електричного генератора. Отриману енергію можна використати на власний розсуд: чи то на привід компресора чи на інше устаткування.

Як наслідок підвищиться потужність, завдяки кращому охолодженню, зменшиться енергоємність, завдяки додатково отриманій енергії, та підвищиться надійність.

Отже, скінченність викопного палива змушує шукати нові джерела енергії та більш раціонально використовувати наявні.

Впровадження утилізаційного двигуна Стерлінга дозволить не тільки поліпшити енергетичну ефективність, а й покращити техніко-економічні показники самої установки. Поліпшення ефективності виробництва, зменшить залежність від традиційних джерел енергії та пом'якшить перехід до не традиційних джерел.

М.Ю. ЛІДЕР, аспірант, О.В. ЗАМИЦЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛА СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ

У зв'язку з виснаженням запасів органічного палива і триваючим забрудненням навколишнього середовища все більшу актуальність набувають проблеми раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів та впровадження енергозберігаючих технологій.

На гірничих підприємствах шахтні компресорні установки є одним з найбільш потужних споживачів електроенергії, однак більша частина енергії у вигляді тепла викидається в атмосферу, тому є доцільним використовувати цю енергію шляхом утилізації.

Стисле повітря – найпоширеніший енергоносіє. Він використовується практично на будь-якому підприємстві.

Однак, виробництво стисненого повітря надзвичайно неефективний процес.

Біля 90 % електроенергії, яка витрачається для його виробництва, губиться у вигляді теплоти.

Менше 10 % електроенергії, що витрачається перетворюється в корисну роботу.

Погана конструкція і витоки в системах, зокрема, витоки повітря з розподільних трубопроводів сприяють подальшому зниженню ефективності ще на 30-50 %.

Ситуацію можна виправити встановивши на компресор систему, яка дозволить використовувати викидну теплову енергію компресора з користю (наприклад, підігрів води для технології, потреб підприємства або опалення). Такі системи називаються системами утилізації.

Вони дозволяють підвищити загальний ККД компресора до 70-80 %.

Для оцінки досконалості процесів, що протікають в компресорних установках, доцільно використовувати ексергетичний метод.

Ексергія дає уявлення про граничні можливості перетворення енергії при оборотних процесах. Ексергетичні втрати характеризують ступінь відхилення реальних процесів від оборотних.

Вперше ексергетичний метод використовувався для аналізу енергоперетворюючих процесів в пневматичних установках шахт в роботі Цейтліна Ю.А., Мурзіна В.О.

За їх даними втрати ексергії в компресорних агрегатах складають біля 50 % потужності, яка підводиться до їхніх приводних двигунів, 37,3 % енергії втрачається при транспортуванні стиснутого повітря по трубопроводу, 11 % енергії втрачається в пневмодвигунах і лише 2,5 % є корисною роботою.

Аналіз ексергетичного балансу, за даними Ю.П. Квятковської, А.А. Нестеренко, В.Ф. Лінникова, отриманими при виробничих випробуваннях турбокомпресора К-500-61-5 показує, що в компресорній установці корисно використовується тільки 53,12 % ексергії, яка підводиться.

Охолодження повітря знижує його ексергетичну цінність до 42,81 %. Найбільші втрати ексергії виникають при охолодженні повітря, їх сумарне значення складає 19,06 %.

Проміжне охолодження повітря зменшує роботу на привід компресора, але і ексергія повітря при цьому зменшується.

Дана ексергія буде втрачена, якщо тепло відводити в навколишнє середовище, але якщо тепло утилізувати, то ексергія повертається в компресорну установку, але в іншій якості, і це підвищує техніко-економічні показники установки.

Отже, основними причинами низьких енергетичних показників компресорної установки є непродуктивні втрати повітря, нераціональні режими охолодження компресорів при виробництві стисненого повітря, нераціональне використання або не використання енергії тепла, яке відводиться від компресорних установок.

Тому утилізація тепла стиснутого повітря є першочерговим завданням, розв'язання якого підвищує енергетичну ефективність компресорної установки.

В.Э. САМОШКИНА студентка, С.П. САМОШКИНА, ст. преподаватель
Криворожский национальный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В производственно-технологической структуре предприятия, рабочее место является важнейшим звеном, в котором осуществляется процесс производства, его обслуживание и управление. Именно здесь происходит соединение трех основных элементов этого процесса и достигается его главная цель - производство предметов труда, оказание услуг либо технико-экономическое обеспечение и управление этими процессами [1].

В Днепропетровском регионе львиная часть машиностроительного производства - это ремонтное и индивидуальное производство металлургических предприятий. И именно поэтому для повышения эффективности производства и обеспечения качества продукции необходим новый подход к организации рабочих мест станочников.

В этой связи, необходимо провести анализ различных схем организации и планирования рабочих мест станочников для выявления самого оптимального варианта, который целесообразно использовать в условиях индивидуального и ремонтного производств.

На рабочем месте предполагается четкое расположение средств труда (оборудования, технологической и организационной оснастки), определенный порядок хранения предметов труда (сырья и готовой продукции). Рабочему должна быть обеспечена удобная рабочая поза и зона эффективной видимости. Необходимо, чтобы конструкция оборудования и предметов оснащения рабочего места соответствовала требованиям эргономики и эстетики. Обязательным условием нормальной работы является обеспечение рационального микро- и цветоклимата, а также его освещенности [2].

В условиях индивидуального и ремонтного производств на рабочем месте станочника выполняются работы различные по своему содержанию, некоторые из которых очень индивидуальные и никогда не повторяются. Поэтому на рабочем месте необходимо предусмотреть место для размещения и хранения большого объема различной оснастки и инструмента, предусмотреть средства механизации производственного процесса. В данных условиях более рациональной организации рабочих мест станочников использовать систему 5S. По этой системе на рабочем месте каждый инструмент должен размещаться в определенном порядке, каждый на своем месте. Рабочий должен знать место размещения каждого вида оснастки и инструмента. Такая система размещения существенно экономит времени на переналадку станка на другой вид работ. Данная система широко используется на предприятиях Днепропетровского региона.

В условиях индивидуального и ремонтного производств одним из важнейших элементов организации труда является совершенствование планирования, организации и обслуживания рабочих мест с целью создания на каждом из них благоприятных условий для высокопроизводительного и высококачественного труда при возможно меньших физических усилиях и минимальном нервном напряжении. Такие мероприятия дают возможность повысить качество выпускаемой продукции и производительность труда станочника.

Для эффективной работы станочника с использованием сложной техники и технологии, большим количеством внутривидовых связей, необходима четкая организация рабочего места.

Доклад посвящен обоснованию существующих систем обслуживания рабочих мест станочников, что обеспечивает высокое качество и надежность изделия, снижение затрат материальных и трудовых ресурсов, а также времени на осуществление обслуживания.

Список литературы

1. Научная организация труда в машиностроении. / Под ред **И.И. Шапиро**. - М.: Машиностроение, 2002. - 342 с.
2. **Самошкина. С.П.** Пути решения актуальных задач по совершенствованию обслуживания рабочих мест станочников механических цехов ремонтных и металлургических предприятий / **Самошкина. С.П.** // Проблемы энергосбережения и механизации в горно-металлургическом комплексе: Материалы XI Международной науч.-техн. конф. молодых ученых – Кривой Рог, 29 апреля 2015. - С. 66-71.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПНЕВМОСНАБЖЕНИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Эффективная эксплуатация шахтных пневматических установок зависит от целого ряда внешних и внутренних факторов, к которым можно отнести температуру окружающей среды, давление и температуру засасываемого воздуха, температуру воздуха после охлаждения в промежуточных воздухоохладителях и потерю давления в них, а также величину протечек в проточной части.

Для повышения эффективности пневмоснабжения горного оборудования при производстве сжатого воздуха применяют методы мокрой газоочистки и смешение охлаждаемого газового потока с водой [1].

Известные каплеуловители газового потока в виде прямооточных циклонов и центробежных скрубберов [2].

Недостатком таких каплеуловителей есть их значительные габариты по диаметру, обусловлены необходимостью снижения скорости потока в свободном сечении до величины обеспечивающей не вынос капель влаги [1].

С данной технической задачей можно справиться, используя сепаратор капельной влаги, который включает корпус с перегородкой камеру разрыва, соосно расположенный в перегородке внутренний патрубок, входящий тангенциальный патрубок под перегородкой, исходящий патрубок для газа, сливные каналы со дна корпуса и камеру разрыва под гидрозатвором [2].

Принцип действия сепаратора состоит в следующем: нагретый воздух из компрессора поступает в смесительное устройство, включающее трубу Вентури и дистанционные трубы, где происходит смешивание с холодной водой, подаваемой из бака, которая дробится потоком воздуха, далее водо-воздушная смесь поступает в сепаратор-каплеуловитель. Для проведения эксперимента разработана опытная установка: труба Вентури выполнена в виде вставки из текстолита. Все остальные элементы смесительного устройства и сепаратора изготовлены из полиэтилена высокого давления. Такая конструкция обеспечивает высокую точность экспериментов, так как позволяет поместить термодатчики в потоки сред непосредственно после их разделения. Кроме того, использование неметаллических материалов позволяет существенно снизить потери тепла в окружающую среду, а также значительно уменьшить тепловую инерционность установки. В каплеуловителе происходит окончательное разделение потоков воды и воздуха, причем, нагретая вода направляется в сборный бак, а охлажденный воздух в измерительный коллектор и далее в атмосферу.

Температура воздуха регулируется изменением напряжения на воздушнонагревателе посредством лабораторного автотрансформатора. При помощи вентиля поддерживается необходимое рабочее давление воздуха. Для регулирования расхода воздуха служит вентиль. Расход воздуха определяется при помощи измерительного коллектора с расходомером устройством типа труба Вентури и жидкостным дифференциальным манометром. Расход воды, подаваемой из бака, регулируется игольчатым краном.

Результаты эксперимента показали высокую интенсивность теплообмена из-за отсутствия поверхностей, подверженных загрязнению, так как теплообмен протекает при непосредственном контакте сред.

На данный момент построена компьютерная модель сепаратора капельной влаги, которая позволит определить оптимальные габаритные размеры установки.

Доклад посвящен обоснованию метода мокрого охлаждения газов за счет охлаждаемого газового потока с водой, обеспечивающийся, за счет отсутствия поверхностей, подверженных загрязнению теплообменных поверхностей, нормализацию тепловых режимов шахтных турбокомпрессоров и стабильное снабжение сжатым воздухом горного оборудования.

Список литературы

1. Декл. пат. 52028. Украина, МКИ В04С1/00, В04С5/103, В04С5/16. Сепаратор капельной влаги/**М. И. Великий, О. В. Замыцкий, Б. М. Литовко, В. А. Трегубов.** – Оpubл. 16.12.2002, Бюл. № 12.–2 с.
2. **Старк С. Б.** Пылеулавливание и очистка газов в металлургии / **С. Б. Старк** // М.: Металлургия, 1977. – 328 с.

Б.М. ЛИТОВКО, канд. техн. наук, доц., В.С. ОСИПЧУК, магистрант
Криворожский национальный университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАЩЕГО ВОЗДУХА ПО ТРУБОПРОВОДУ

Наличие в сжатом воздухе влаги оказывает крайне негативное влияние на эффективность работы пневматического оборудования шахт. Эта влага является капельной и неизбежно появляется в результате конденсации пара в процессе остывания газа и должна улавливаться влагоотделителем. При этом расчет системы влагоулавливания базируется на теории термогазодинамики течения влажного воздуха по трубопроводу.

В многочисленных научных работах по этой теме приведен описывающий анализ процессов течения влажного сжатого воздуха в трубопроводе, а также количественный анализ фазовых переходов во влажном воздухе.

Целью данной работы является математическое моделирование процесса конденсации влаги на горизонтальном участке пневматической сети.

Уравнение для нахождения теплового баланса на участках трубопровода пневматической сети при наличии в воздушном потоке водяных паров имеет вид

$$(C_g \cdot G_g + C_n \cdot G_n) dT = -K_x (T - T_n) \pi dx, \quad (1)$$

где C_g, C_n - удельные теплоемкости при постоянном давлении воздуха и водяного пара, соответственно, Дж/кг·К; G_g, G_n - массовые расходы воздуха и водяного пара, соответственно, кг/с; K_x - линейный коэффициент теплопередачи, Вт/м·К; T - температура влажного воздуха в трубопроводе, К; T_n - температура наружного воздуха, К; dx - элемент длины трубопровода, м.

Используя известную эмпирическую зависимость между давлением насыщенного пара и температурой влагосодержание сжатого воздуха исходное уравнение теплового баланса будет иметь вид

$$\frac{C_g \cdot G}{1 + d_o} \left(d_o \frac{C_n}{C_g} + 1 \right) dT = -K_x (T - T_n) \pi dx \quad (2)$$

Решая дифференциальное уравнение (2) можно определить расстояние от начала трубопровода, на котором температура сжатого воздуха становится равной точке росы.

Принимая во внимание, что массовый расход пара равен $G_n = 1 - G/(1 + d)$, из формулы между давлением насыщенного пара и температурой влагосодержание сжатого воздуха находим $d(G_n)$ и подставим в уравнение (2) с учетом того, что при данных условиях течения сжатого воздуха в трубопроводе влагосодержание является достаточно малой величиной и выразив параметр T через абсолютную температуру наружного воздуха T_n в виде $T = T_n + \Delta T$ получим

$$G(a_1 + b_1 \cdot \Delta T + c_1 \cdot \Delta T^2) dt = -K_x (T - T_n) \pi dx \quad (3)$$

Для решения уравнение (3) при горизонтальном трубопроводе воспользуемся зависимостями для коэффициентов теплоотдачи с внутренней a_1 и внешней a_2 стороны трубопровода.

Выведем равенство тепловых потоков, отданное горячей и воспринятое холодной средой с учетом замены $y = (\Delta T)^{1/4}$, проинтегрировав полученную зависимость, можно рассчитать температуру сжатого воздуха на выходе трубопровода.

Тогда, пользуясь уравнением нахождения $d(G_n)$ и допущением о малости величины d ($d \ll 1$), после интегрирования находим расход конденсата на выходе трубопровода

$$G_k = 1,042 \cdot 10^{11} \cdot \frac{G}{P_o} \left(e^{\frac{5300}{T_k}} - e^{\frac{5300}{T_n}} \right), \quad (4)$$

Таким образом, используя законы термогазодинамики, разработан метод числового расчета для условий достижения температуры точки росы и количества выпавшего конденсата по длине трубопровода пневматической сети от компрессора до ствола шахты.

В.П. НЕЧАЕВ, канд. техн. наук, доц., Л.А. БУГАЙ, ст. преподаватель
Криворожский национальный университет

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ УДАРНО-ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА ПЕРФОРАТОРОВ

Проблема решения вопроса обеспечения долговечности и производительности перфораторов с зависимым вращением на протяжении долгого времени является актуальной. Именно от надежности работы деталей перфоратора зависит экономическая эффективность предприятий. Надежность деталей машин, механизмов и приборов во многом зависит от того, насколько близки предельные запасы основных расчетных критериев работоспособности (прочность, скорость, температура, износостойкость и др.) к действительным рабочим режимам.

Эффективность работы перфораторов с зависимым вращением определяется конструктивными параметрами деталей ударно-поворотного механизма, который является одним из основных узлов перфораторов и определяет важные его показатели: величину энергии удара, скорость вращения бура, крутящий момент.

По материалам [1], основными параметрами поворотного механизма перфоратора являются угол поворота бура за один цикл перемещения поршня и развиваемый крутящий момент.

Величина крутящего момента и число оборотов бура в действительности зависят не только от основных геометрических параметров геликоидальной пары, но и от технологических факторов. К ним относятся состояние сопрягающихся винтовых поверхностей стержня и гайки (их чистота, твердость, материал) а также зазор между ними. Зазоры в шлицевых и винтовых сопряжениях перфораторов, зависят от точности изготовления, определяют величину действительного контакта, а следовательно, и их износостойкость, оказывают большое влияние на шум, вибрацию и нагрев перфоратора. Потери энергии на преодоление трения в поворотном механизме могут быть уменьшены как конструкторскими, так и технологическими средствами. Значительный результат также дает правильный подбор материалов деталей винтовой пары [2].

К технологическим средствам улучшения к.п.д. следует отнести повышение чистоты и точности обработки трущихся поверхностей – доводочные операции. По материалам [3], установлено, что финишная обработка наружных винтовых поверхностей ведется с ручной подачей при обработке каждого шлица с частой правкой круга.

Данный процесс обработки трудоемкий и допускает отклонения от параметров чертежа, что является недостатком в технологической обработке. Работоспособность поворотного винта зависит не только от точности изготовления и чистоты рабочей поверхности, но и от глубины удаляемого при шлифовании упрочняющего слоя, достигаемого цементацией. Финишная обработка внутренних винтовых поверхностей осуществляется доводкой и калибровкой.

Традиционные окончательные методы обработки деталей ударно-поворотного механизма перфораторов не отвечают современным тенденциям повышения эксплуатационных свойств деталей. Современный этап развития технологии финишной обработки характеризуется поиском путей совершенствования параметров технологического оснащения с целью повышения к.п.д. процесса обработки, снижения энергоемкости, универсализации и специализации. Одним из перспективных методов финишной обработки деталей является метод магнитно-абразивного полирования (МАП). МАП обеспечивает высокопроизводительную, упрочняющую и качественную обработку деталей из разных материалов и конфигураций. Для повышения эксплуатационных свойств деталей ударно-поворотного механизма перфораторов, необходимо провести технологические исследования МАП.

Список літератури

1. Федотов А.Н., Король Л.Б. Перфораторы на пневмоподдержках (легкие буровые установки) / А.Н. Федотов, Л.Б. Король // М.: изд. «НЕДРА», 1965 – 219с.
2. Нечаев В.П., Бугай Л.А. . Исследование потери эксплуатационных свойств деталей поворотных механизмов переносных и телескопных перфораторов эксплуатируемых в шахтных условиях. / В.П. Нечаев, Л.А. Бугай // г.Кривой Рог: сборник научных трудов «Вісник» выпуск 40, 2015.
3. Бугай Л.А. Проблемы повышения эксплуатационных свойств геликоидальных пар пневматических перфораторов и пути их решения / Л.А. Бугай // г.Кривой Рог: сборник научных трудов «Вісник» выпуск 33, 2012.

А.В. ПІКІЛЬНЯК, канд.техн.наук, доц., О.В. КУЗЬМЕНКО, студент
Криворізький національний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Сьогодні застосування сучасних інформаційних технологій вже не перевага, а необхідність, яка дозволяє відповідати сучасним вимогам ринку.

Підвищити ефективність та продуктивність виробництва продукції, тим самим знизивши собівартість, в сучасних умовах можливо за рахунок наскрізного управління життєвим циклом виробу від розробки до утилізації.

Тенденції переходу на нову якість проектування виробів і технологій привели до появи нового технологічного укладу, заснованого на інтеграції в машинобудуванні всіх етапів робіт і реалізації концепції інформаційної підтримки життєвого циклу виробів (ЖЦВ) при переході самих підприємств на безлюдні технології автоматизованих виробництв.

Передумовою для реалізації концепції ЖЦВ є перехід в процесі проектування від паперової та двомірної електронної документації до твердотілого 3D-моделювання виробів і їх компонентів в САД - середовищах.

Створена на етапі проектування віртуальна модель виробу несе в собі інформацію про топології і геометрії деталей і виробу в цілому, фізико-механічні характеристики матеріалу.

Вивчення ринку дозволяє виділити наступні цільові показники від впровадження сучасних інформаційних технологій, а саме: зменшення витрат; збільшення ефективності; збільшення швидкості розробки, скорочення термінів; підвищення прибутковості; підвищення конкурентоспроможності підприємства; захист і збереження даних; підвищення якості управління підприємством.

Для того щоб забезпечити підприємства машинобудування висококваліфікованими фахівцями, із знанням передових систем та технологій комплексної конструкторсько-технологічної підготовки та управління виробництвом, а випускників інженерів-механіків робочими місцями необхідно, щоб навчальні плани підготовки бакалаврів, спеціалістів, магістрів машинобудівного напрямку були узгоджені з наукомісткими підприємствами регіону, такими як: ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг", ПАО "КЗГО", ПАТ "Кривбасзалізрудком", ООО "ПромГрупп", ВАТ "ЦГЗК", ВАТ "Північний гірничо-збагачувальний комбінат", ВАТ "Південний гірничо-збагачувальний комбінат", ООО НПП "Адамант", ООО "НИВА-КРИВБАСС" та передбачали вивчення технологій 3D - моделювання деталей і складальних одиниць в найбільш широко застосовуваних на підприємствах регіону CAD/CAM/CAE, PDM та PLM- середовищах зі створенням електронних моделей виробів.

Співпраця з підприємствами у цьому напрямку надасть наступні можливості: знайомитись з діяльністю підприємства, працювати на сучасному технологічному обладнанні; організувати виробничі, технологічні практики для студентів, орієнтовані на виконання реальних робіт і ранню спеціалізацію студентів (деякі студенти стають працівниками підприємства ще до завершення навчання); виконувати курсові проекти і кваліфікаційні роботи за реальною виробничою тематикою; організувати стажування на підприємствах для молодих викладачів.

Висновок. У статті викладено підхід можливого підвищення ефективності роботи виробництва за рахунок впровадження сучасних комп'ютерних технологій, що відповідав би світовим тенденціям розвитку промисловості та був заснований на максимально-ефективному використанні кадрів, матеріальної бази, програмного забезпечення, площ ВНЗ і підприємства.

Список літератури

1. **Меньов А.В.** Теоретические основы автоматизированного управления: Учебн. пособие. – М.: МГУП, 2002. – 176 с.
2. **Безменова Ю.В.** Анализ современных требований и средств автоматизации технической подготовки производства / **Ю.В. Безменова** // Вестн. ИГЭУ. - 2005. – Вып. 4. – С. 49-51

ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВОРІЗЬЖЯ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ PLM ТЕХНОЛОГІЙ

У сучасних умовах стрімкого розвитку комп'ютерних технологій, вимог до якості та темпів виробництва нової продукції, що постійно змінюються, управління документами і даними, планування і моніторинг потоків робіт є невід'ємним компонентом ефективної організації процесів конструкторсько-технологічного проектування, підготовки виробництва, функціонування виробничих підрозділів.

На підприємствах Криворізжя відсутня єдність програмного забезпечення, тому при існуючій системі управління даними про виріб не представляється можливим підвищення ефективності роботи підприємств. Відсутність взаємозв'язку між підприємствами, можливості автоматизації підготовки виробництва, технології управління інженерними даними та життєвим циклом виробу стримують розвиток підприємства. Система управління даними, яка використовується на підприємствах не забезпечує наочності, що необхідна, як досвідченим інженерам, так і молодим фахівцям. Відсутність контролю над життєвим циклом виробу, призводить до додаткових витрат.

Для вирішення проблеми пропонується замінити існуючу систему управління даними на нову прогресивну систему ЛОЦМАН:PLM. ЛОЦМАН:PLM є основою побудови комплексу для автоматизації завдань підготовки виробництва. Автоматизація підготовки виробництва, технології управління інженерними даними та життєвим циклом виробу - запорука збільшення ефективності роботи підприємства, скорочення кількості помилок при проектуванні і запуску виробу у виробництво, зростання швидкості розробок. В кінцевому рахунку - це джерело підвищення прибутковості.

Система ЛОЦМАН:PLM надає користувачам наступні функціональні можливості:

забезпечується високопродуктивна і стійка робота при одночасному підключенні необмеженої кількості користувачів;

реалізується зберігання всього комплексу інформації на захищених серверах, при цьому розмежовані права доступу до кожного конкретного об'єкта (документу);

забезпечується робота з тривимірними моделями та кресленнями систем КОМПАС, Unigraphics, SolidWorks, Solid Edge, Inventor, AutoCAD;

в рамках єдиного інтерфейсу здійснюється облік як конструкторсько-технологічної, так і організаційно-розпорядчої документації;

система має вбудовані засоби перегляду і анотування документів і моделей зазначених інженерних форматів, а також растрових форматів і форматів офісних додатків;

можна описати складні бізнес-процеси підприємства (зі вкладеними підпроцесами, підтримкою умов, циклів і ін.) з графічним представленням алгоритмів бізнес-процесів;

вбудовані засоби маршрутизації документів (Workflow) інтегровані з системами електронної пошти, що підтримують SMTP-сервер;

є відкритий інтерфейс для підключення будь-якого сертифікованого засобу "електронний цифровий підпис";

система відкрита для функціонального розширення. Вона надає великий набір функцій API, які дозволяють фахівцям підприємств створювати власні додатки;

ЛОЦМАН:PLM дає можливість провести інтеграцію з усіма представленими на ринку MRP/ERP-системами.

Висновок. Система ЛОЦМАН:PLM дозволяє створити єдиний інформаційний простір на підприємстві, забезпечити скорочення термінів підготовки виробничої документації, надійно захистити дані від несанкціонованого доступу, а отже, надає перевагу перед конкурентами на сучасному ринку товарів та послуг. Завдання, які вирішуються за допомогою цієї системи очевидні і насущні для більшості промислових підприємств регіону. Рішення кожного з них послідовно призводить до кінцевої мети – створення комплексної автоматизованої системи управління.

Список літератури

1. ЛОЦМАН:PLM.- Режим доступу: <http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=167&prpid=889>

ВПРОВАДЖЕННЯ PLM ТЕХНОЛОГІЙ НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ШВИДКОСТІ РОЗРОБКИ ПРОДУКЦІЇ

Протягом останніх п'яти років виробничі підприємства отримують дохід від порівняно нових виробів, у розмірі близько 30% [1]. Але такі суперечливі завдання як: просування інновацій, збільшення доходу, дотримання жорстких термінів випуску продукції на ринок і забезпечення її високої якості, доводиться вирішувати для швидкої розробки нової продукції. Технологія управління життєвим циклом виробу (PLM - Product Lifecycle Management) приходиться на допомогу вирішення цих проблем. За допомогою цієї технології створюється середовище для наскрізного управління процесами проектування, тестування, виробництва, обслуговування, списування і утилізації продуктів.

При впровадженні автоматизованих інформаційних систем людський фактор значно уповільнює цей процес. Зазвичай виникають конфлікти компетенцій і повноважень. Завжди нові та більш ефективні технології витісняють старі, так як процес розвитку є незворотним. Основна задача полягає в визначенні допустимих витрат при впровадженні цих технологій. Визначитись з пріоритетами в даному випадку – це найголовніше завдання.

Інформаційній та економічній безпеці підприємства в першу чергу загрожує некомпетентність працівників підрозділів з питань впровадження інформаційної системи.

На сьогоднішній день для сучасної промисловості потрібно належним чином переоснастити робочі місця фахівців-виробників з урахуванням розвинутих можливостей обчислювальної техніки та систем автоматизованого проектування. Але використання ліцензійних програмних продуктів для сучасної промисловості є найгострішою проблемою. Вирішення цієї проблеми вимагає значних витрат: необхідність підготовки фахівців, які б володіли комп'ютерними технологіями.

В навчальному процесі дуже важливим є застосування комп'ютерних технологій, що дає більш повне уявлення про закони, яким підкоряються робочі процеси в пристроях, про методи проектування і виробництва деталей і вузлів.

Дана технологія передбачає рішення задач промисловості з використанням можливостей CAD / CAM / CAE-систем. Для успішного вирішення завдання та вдосконалення функціонування і розвитку системи в цілому потрібна тісна взаємодія як з розробниками програмних продуктів, так і з підприємствами галузі.

На механіко-машинобудівному факультеті ДВНЗ "Криворізький національний університет" активно використовуються продукти компанії АСКОН для виконання робіт на замовлення промисловості. В процесі обчислювальної практики студенти знайомляться з основами проектування конструкцій і виконують практичні заняття в системі "КОМПАС-3D".

Протягом навчання студенти мають можливість освоїти використання комп'ютерної техніки на основному і допоміжному виробництвах. На базі PDM-рішення ЛОЦМАН: PLM компанії АСКОН студенти отримують уявлення про системи управління життєвим циклом виробу.

Вивчення методів проектування заготовок і визначення припусків на обробку, проектування технологічних процесів, ознайомлення з методами і програмами виготовлення деталей на верстаках з ЧПК підкріплюється проходженням технологічної практики на підприємствах міста, що дозволяє не тільки розширити світогляд, а також істотно підвищити якість засвоєння основного курсу навчання завдяки використанню комп'ютерних технологій.

Вивчення та застосування студентами комп'ютерних технологій, які дають повне уявлення про закони, яким підкоряються робочі процеси в пристроях, про методи проектування і виробництва деталей і вузлів дозволяє їм успішно виконувати завдання, які постають перед ними на виробництві.

Список літератури

1. Гореткіна Е. Ринок PLM: бочка меду і ложка дьогтю // PC Week / RE №45. - 2007. - Режим доступу: <http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=104395> .
2. АСКОН - комплексні рішення для автоматизації інженерної діяльності та управління виробництвом CAD / AEC / PLM. - Режим доступу <http://ascon.ru/> .

А.В. ПІКІЛЬНЯК, канд.техн.наук, доц., О.В. КОСКОВЕЦЬКА, студентка
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЛОЦМАН:PLM В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ "МАШИНОБУДУВАННЯ»

Навчання комп'ютерним технологіям, з метою підготовки кваліфікованих бакалаврів та магістрів, вимагає застосування принципу безперервної графічної підготовки у ВНЗ, починаючи з першого курсу і закінчуючи дипломним проектуванням.

Для вирішення цієї задачі на кафедрі технології машинобудування ДВНЗ "Криворізького національного університету" для організації наскрізної графічної підготовки студентів використовуються сучасні САПР, CAD/CAE/CAM, PDM та PLM системи. Актуальною стає задача максимального використання в навчальному процесі можливостей САПР студентами для автоматизованого проектування.

Опанувавши ці комп'ютерні технології випускник повинен отримати професійні навички, в тому числі: організувати роботу малих колективів-виконавців та міждисциплінарні проекти; здійснювати роботу, пов'язану з керуванням діяльністю окремих працівників; моделювати технічні об'єкти і технологічні процеси з використанням стандартних пакетів і засобів автоматизованого проектування; брати участь у роботах по розрахунку і проектуванню деталей і вузлів машинобудівних конструкцій згідно з технічними завданнями та використанням стандартних засобів автоматизації проектування; брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові методи дослідницької діяльності; застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів виробів машинобудування.

Розглянемо можливість безперервної графічної підготовки студентів з використанням системи ЛОЦМАН:PLM, яка є центральним компонентом програмного комплексу КОМПАС.

Впровадження системи ЛОЦМАН:PLM в навчальний процес дозволяє студентам всіх курсів та рівнів графічної підготовки брати участь у проектних і конструкторських розробках випускаючих кафедр.

Схема роботи ЛОЦМАН:PLM при вирішенні вищезазначених завдань полягає в організації зв'язку між кафедрами, які здійснюють викладання графічних дисциплін, та студентами різних курсів, об'єднаних виконанням одного курсового проекту.

Координатором проекту виступає студент старших курсів, розподіляє виконання окремих частин проекту між студентами молодших курсів по мірі складності завдань.

Роль координатора – слідкувати за виконанням завдання, здійснювати координацію діяльності студентів і викладачів різних кафедр і збирати воедино окремі частини проекту та конструкторської документації. Крім того, у студентів виробляються навички керівництва проектною групою.

Отже, впровадження наскрізної підготовки САПР у навчальному процесі дозволить сформувати фахівця високої кваліфікації, здатного орієнтуватися в різноманітних програмних модулях із практичним їх впровадженням на виробництві, яке дає змогу скоротити ресурси, час та підвищити продуктивність роботи.

Завдяки всебічній комп'ютерній підготовці випускники кафедри «Технології машинобудування» здатні в ринковій структурі швидко адаптуватися до різного виробничого середовища, включаючи як невеликі фірми, так і сучасні машинобудівні підприємства і проектні організації, працюючи в якості інженера-технолога, інженера по автоматизації, механіка, конструктора, дослідника, керівника виробничих підрозділів і служб підприємств по виготовленню, технічній експлуатації і ремонту машин, керівника власного підприємства бізнесу.

Щорічно випускники кафедри, незважаючи на кризові явища в машинобудуванні, виявляються затребуваними виробничим і проектним машинобудуванням.

Список літератури

1. **Кондаков А.И.** САПР технологических процессов, 2007.
2. **Норенков И. П.** Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 430 с.

ВПЛИВ ЗМІНИ ПРАВИЛ МЕНЕДЖМЕНТУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГЗК НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ТОiP

Вибір (відповідно до ГОСТ 24212-80) стратегії технічного обслуговування і ремонту обладнання повинно визначатись не нормативно (що прийнято у існуючій практиці ТОiP), а його експлуатаційними властивостями та прийнятими критеріями ефективності. Потрібно погодитись, що процес вдосконалення систем організації ТОiP у ретроспективі відбувався безперервно і попередні редакції типових положень ТОiP у чорній металургії (1988, 2004 р.р.) допомогли значно підвищити ефективність технічного обслуговування та ремонту обладнання підприємств чорної металургії, завдяки створенню організаційної визначеності відносно правил і принципів побудови регламентів технічного обслуговування, створенню нормативної бази розробки ТОiP, збереженню планово-попереджувальних тенденцій попередніх систем організації ремонтів, своєчасного впровадженню нового досвіду, нових технологій і методів здійснення ремонтно-відновлювальних робіт.

У поточному часі відбувається зміна правил менеджменту господарської діяльності обумовлює потребу у коригуванні систем організації ремонтів. Таким чином з врахуванням специфіки ГЗК було розроблено і впроваджено СТП «СИСТЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТІВ» і проведені дослідження ефективності СТП. Абсолютно позитивним в плануванні, організації і забезпеченні якості ремонтних робіт є наявність і використання уніфікованих форм СТП (графіків всіх видів операцій ТОiP, де кожний об'єкт експлуатації (технологічне і допоміжне оснащення) має чітку, прозору, календарно визначену структуру операцій ТОiP впродовж календарного року. Це створює єдине для системи розуміння і чіткий алгоритм в розробці установчих документів і виконанні всіх видів ТОiP.

З огляду на проведені дослідження «Системи організації ремонтів», визначено відсутність у чинних стандартах базових принципів прийняття рішень щодо структури ремонтних циклів, міжремонтних періодів (теоретичні чи експертні, але обов'язково узгодженні і зрозумілі по суті і по задачі), підстави для їх прийняття і обґрунтування організаційних заходів. Існуюча система ТОiP забезпечує працездатність обладнання і є компромісом між обсягами експлуатаційних витрат і сталістю досягнутого рівня працездатності обладнання. Вона є комбінованою і складається із елементів різних систем відібраних експертами впродовж тривалого періоду експлуатації обладнання.

Система ТОiP, як будь-яка організаційна структура безперервно піддається вдосконаленню. В першу чергу це стосується уніфікації змісту і обсягів потрібних документів, порядку їх розробки, узгодження і виконання, що є предметом СТП і передбачає певний інформаційний супровід операцій ТОiP. Система ТОiP прагне досягнення організаційної узгодженості операцій ТОiP, але без активного контролю факторів, що впливають на інтенсивність спрацювання і втрати працездатності обладнання, раціонального використання ресурсу, технологій і якості відновлення працездатності. Досить слабкою ланкою в системі ТОiP є операції ТО. Вони не забезпечують контроль за технічним станом обладнання у сенсі їх призначення (техогляд, діагностика, налаштування, регулювання, відновлення режимів змащення, контроль за інтенсивністю спрацювання, тощо). Відносини у трикутнику: виконавці операцій ТО, виробничий персонал, підрядні організації не узгоджені. Саме у цій сфері відбувається зародження значного обсягу експлуатаційних витрат і саме ця сфера повинна стати предметом вдосконалення системи ТОiP.

Отже, система ТОiP, що використовується на ГЗК, на наш погляд, має ряд недоліків:

Існуюча система ТОiP є занадто капіталомісткою і складає до 30% собівартості продукції сучасного виробництва; Система ТОiP не гарантує відсутність аварійної відмови обладнання, так як побудована на статистичних моделях надійності і тому одна третина всіх відмов обладнання у галузі - аварійні. Внаслідок цього система ТОiP замість планової перетворюється у вимушено комбіновану з значним ступенем дезорганізації процесів експлуатації і відновлення.

Статистична база системи ТОiP апріорно створює організаційні умови для недовикористання на 30-90% індивідуальних ресурсів обладнання. Розробка регламентів ТОiP з наперед фіксованими моментами і обсягами ремонтно-профілактичних втручань не є адекватною фактичному технічному стану обладнання.

М.В. КІЯНОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., О.В. БОНДАР, старший викладач,
О.В. КОСКОВЕЦЬКА, студентка, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

На сьогодні для досягнення успіху на ринку, промислові підприємства працюють над скороченням терміну випуску продукції, зниженням її собівартості та підвищенням якості, з цією метою впроваджують сучасні комп'ютерні технології, які можуть автоматизувати, змінити саму технологію проектування та виготовлення виробів [1].

Стрімкий розвиток комп'ютерних та інформаційних технологій привів до появи так званих САМ-систем, які є найбільш продуктивними інструментами для досягнення поставленої мети.

Тому актуальною задачею стає вивчення та аналіз, співставлення програмного забезпечення CNC Simulator Swansoft та FeatureCAM Delcam на кафедрі технології машинобудування для студентів напряму підготовки «Машинобудування» та «Прикладна механіка».

Наочне вивчення комп'ютерного технологічного програмування, якісне освоєння програмного забезпечення, формує у студентів певні професійні навички: співставити результати, отримати та скорегувати програму для обробки раніше створеної моделі, отримати готову оброблену деталь [2].

FeatureCAM - система швидкої підготовки керуючих програм на основі типових елементів. Система FeatureCAM є єдиним і повноцінним рішенням для фрезерної, токарної, токарно/фрезерної і електроерозійної обробки. Вбудована 3D візуалізація, база постпроцесорів і багато інших можливостей дозволяють отримати найкращий результат за найкоротший час. Система генерує траєкторії на основі елементів обробки і автоматично призначає відповідний інструмент, чорнові/чистові проходи, розраховує подачі і швидкості. При цьому користувач має можливість редагувати налаштування та параметри відповідно до вимог виробництва або конкретної технології. Перевага FeatureCAM перед іншими САМ системами - висока міра автоматизації ухвалення рішень.

За допомогою середовища CNC Simulator Swansoft, можна обрати запропоновані стійки з числовим програмним керуванням (ЧПК), наочно побачити пульт керування, його клавіші, призначення, обрати програмне або ручне керування, завантажити раніше створену програму та отримати траєкторію для обробки певної поверхні деталі (рис. 1).

Ця система підтримує коди програмування, дає змогу побачити рух та оберти заготовок, вибір та установку інструментів. Також є можливість механічної обробки з ефектами охолодження та звуку.

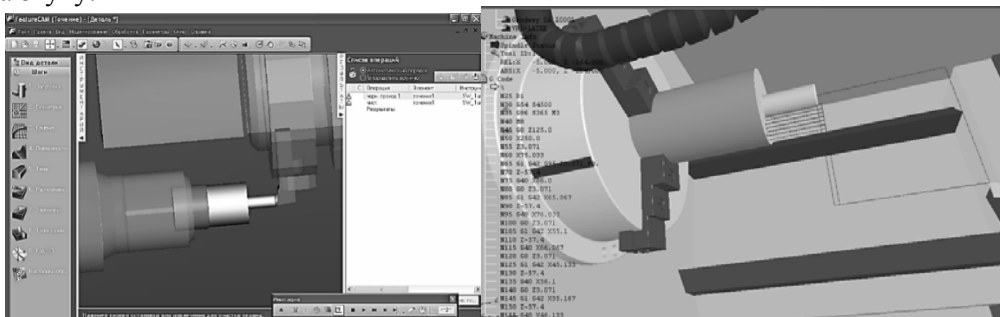


Рис. 1. Обробка деталі на верстаті з ЧПК

Ознайомлення, вивчення та практичне використання сучасних САМ-систем в навчальному процесі дає можливість студентам стати спеціалістами в сфері комп'ютерних технологій, здатними орієнтуватися в різноманітних програмних модулях. Дані навички нададуть можливість студентам стати необхідними на ринку праці, підняти роботу машинобудівних підприємств на новий світовий рівень.

Список літератури

1. Киськов О.Д. САПР операцій механічної обробки. Математичне моделювання технологічних процесів / Криськов О.Д. – Кіровоград: КНТУ, 2004. – 75с.
2. Бордовская, Н.В. Реан А.А. Педагогика. Учебн. для вузов - СПб: Издательство "Питер", 000. - 304 с. - Серия «Учебник нового века».

М.В. КІЯНОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., С.С. ДУБРОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОБМЕЖЕНЬ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ПЛАНОВО-ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНОГО РЕМОНТУ (ППР)

Сучасні стандарти системи організації ремонтних робіт, які розроблені на більшості провідних ГЗК, зорієнтовані на використання класичної системи ППР і при цьому нема посилок на нормативні засади чи принципи названої стратегії експлуатації.

У ретроспективі системи ППР безперервно вдосконалювались, отримали статус нормативних документів, щодо організації ТОіР на принципах ППР.

Попередні редакції Типових Положень ТОіР у чорній металургії допомогли значно підвищити ефективність технічного обслуговування та ремонту обладнання підприємств чорної металургії, завдяки створенню організаційної визначеності відносно правил і принципів побудови регламентів технічного обслуговування, створенню нормативної бази розробки ТОіР, збереженню планово-попереджувальних тенденцій попередніх систем ППР, своєчасного впровадженню нового досвіду, нових технологій і методів здійснення ремонтно-відновлювальних робіт.

Але потрібно зазначити, що система ППР припускає наявність і використання статистичних моделей надійності обладнання. Для обладнання виробничих систем ГЗК переважають експоненційні, нормальні, логарифмічно-нормальні, Вейбула та ін. моделі надійності при значних діапазонах розсіювання напрацювань на відмову.

При цих обставинах система ППР не забезпечує необхідний рівень працездатності обладнання, а лише ймовірність потрібного рівня, і стають не чіткими принципи розвитку ремонтно-технічної бази підприємств галузі.

При значному розсіюванні напрацювань на відмову стратегія за напрацюванням (ППР) втрачає організаційну визначеність і рівень витрат на відновлення працездатності обладнання технологічних систем досягає 30% собівартості продукції сучасного виробництва.

Теоретичні засади системи ППР допускають невідворотність аварійних відмов.

Внаслідок цього система ТОіР замість планової перетворюється у вимушено комбіновану з значним ступенем дезорганізації процесів експлуатації і відновлення з недовикористання на 30-90% індивідуальних ресурсів обладнання.

Саме головне, що розробка регламентів ТОіР з наперед фіксованими моментами і обсягами ремонтно-профілактичних втручань не є адекватною фактичному технічному стану обладнання.

Останній час у галузі припинились роботи по системному визначенню рівня надійності обладнання та виробничих систем і через це планування регламентів ТОіР будь-яких об'єктів експлуатації немає належного обґрунтування.

Цей факт не є прийнятним до уваги у нових стандартах СТІ «Системи організації ремонтів».

Практично планування регламентів будується на досвіді виробництва, окремих фахівців, що частіше називають використання експертного методу, при згоді на його достовірність.

Висновок.

При наявності перелічених недоліків теоретичного підґрунтя систем ремонту за принципами ППР їх ефективність може бути реалізованою тільки у випадках існування високого технічного рівня обладнання виробничої системи, забезпечення на цій основі обґрунтованих ресурсів до ремонту для кожної сукупності однотипних об'єктів, гарантування виробником обладнання малої дисперсії показників ресурсу.

УДК 621.314.23

К.В. ГЕРАСИМОВА, канд. техн. наук, доц., В. БАРАНОВСЬКИЙ, студент
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТРАНСФОРМАТОРА НІКОЛИ ТЕСЛА

Однією з найбільш актуальних проблем сучасної енергетики є забезпечення енергозбереження та зниження економічних витрат при отриманні і передачі електричної енергії на великі відстані. Основною задачею життя Тесла вважав передачу енергії без проводів в будь-яку точку земної кулі. Це він поклав початок всесвітньої електрифікації планети: розробив систему змінного струму, створив мотори і високовольтні трансформатори [1-3].

Мета роботи. Виготовити резонансну установку за принципом трансформатора Ніколи Тесла та провести досліди по бездротовій електриці (запалювання ламп денного освітлення на відстані, отримання та спостереження дуги і стримерів).

Матеріали та результати дослідження. Деякі винаходи Тесла настільки оригінальні, що їх повною мірою не можуть повторити і сьогодні. Головна ідея Тесла - Земля є електрично заряджене тіло і електричний заряд може передаватися через неї без усяких проводів і радіохвиль. Тесла вважав, що закон резонансу - найбільш загальний природний закон, що усуває час і відстань, а всі зв'язки між явищами встановлюються виключно завдяки складним резонансам [1-3].

Матеріали Ніколи Тесла про свій трансформатор викладені у патенті US 593138 «Електричний трансформатор». Трансформатор Тесла виглядає незвично: не має залізного осердя, його первинна обмотка з дуже товстого дроту знаходиться зовні, а вторинна всередині, в первинне коло включається високочастотний розрядник, який треба настроїти в резонанс з контуром, утвореним первинною обмоткою та конденсатором [1]. У цьому трансформаторі коефіцієнт трансформації не дотримується, тому що на виході напруга виходить значно більше, ніж це впливає із звичайних розрахунків.

Виготовлені 2 котушки Тесла різної потужності. Перелік використаних деталей для виготовлення котушки Тесла: феритове кільце; 2 резистора 1 кОм, 0,5 Вт; резистор налаштування 220 Ом, 0,25 Вт; 2 транзистора КТ805; 2 радіатора для транзисторів; 1 випрямний діод 1 А; конденсатор 10000 мкФ, 50 В; провід для намотування котушок.

Проведено цілий ряд експериментів з двома котушками. В одній конструкції працює велика кількість параметрів: частота, напруга, довжина хвилі, енергія первинного імпульсу, довжина вторинної обмотки, розміри і форма котушки.

Під час роботи котушка Тесла створює красиві ефекти, пов'язані з утворенням різних видів газових розрядів. В цілому котушка Тесла виробляє 4 види розрядів: стримери (від англ. Streamer), спарк (від англ. Spark), коронний розряд, дуговий розряд. Робота резонансного трансформатора супроводжується характерним електричним тріском. Поява цього явища пов'язана з перетворенням стримерів в іскрові канали, що супроводжується різким зростанням сили струму та кількості енергії, що виділяється в них. Кожен канал швидко розширюється, в ньому стрибкоподібно підвищується тиск, внаслідок чого на його кордонах виникає ударна хвиля. Сукупність ударних хвиль від розширених іскрових каналів створює звук, який схожий на «тріск» іскри.

Висновки. Резонансна установка за принципом трансформатора Н. Тесла представляє собою два пов'язаних коливальних контури, які визначають її чудові властивості. Для роботи резонансної котушки два коливальних контури повинні бути налаштовані на одну резонансну частоту. Міжнародна ділова газета «The Financial Times» писала: «Світу доведеться зіткнутися з величезними енергетичними проблемами... Очевидно одне. Епоха легальної нафти закінчилася. Ми закликаємо науковців і освітян, політиків і державних діячів, фахівців в області охорони навколишнього середовища, провідні промислові компанії і кожного з вас взяти участь у створенні нової енергетичної епохи. Бездіяльність неприпустима.»

Список літератури

1. **Абрамович В.** Под знаменем Николы Теслы // Наука и религия. - 2011. - № 11-16.
2. **Храмов Ю. А.** Физики: биографический справочник. — М.: Наука, 1983.
3. **Tesla N.** My inventions. The autobiography of Nikola Tesla. — Introduction by Ben Johnston, 1982. — 111 p.

І. В. КАСАТКІНА, канд. техн. наук, доц., В. ГНУТОВ, студент.
Криворізький національний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЯГОВОГО АГРЕГАТУ ЗА РАХУНОК ПАСИВНОГО КОМПЕНСАТОРА

На кар'єрах із середнім і великим масштабом робіт для транспортування залізної руди використовуються тягові агрегати ОПЕ-1А, які мають низький коефіцієнт потужності, який змінюється в залежності від навантаження і віддалення агрегату від тягової підстанції. Середнє значення коефіцієнту потужності складає 0,6.

У режимі рекуперативного гальмування, тяговий агрегат має ще менше значення коефіцієнту потужності [1].

Компенсувати реактивну потужність електрорухомого складу змінного струму без зміни силового перетворювача можливо за допомогою підключення пасивного нерегульованого компенсатора реактивної потужності (КРП) до вторинної обмотці силового трансформатора агрегату.

Використання на тяговому агрегаті нерегульованого компенсатора реактивної потужності призводить до значного підвищення коефіцієнту потужності в номінальному режимі роботи і до перекомпенсації реактивної потужності при малих струмах навантаження, що обумовлюється постійною величиною ємнісного струму, який протікає через ланцюг компенсатора [2].

У зв'язку з цим робота компенсатора реактивної потужності являється ефективною лише в певному діапазоні струмових навантажень.

Для підвищення коефіцієнту потужності агрегату пропонується пристрій компенсації [3], що дозволяє збільшити коефіцієнт потужності в усьому діапазоні струмових навантажень за рахунок забезпечення рівності потужності компенсатора і реактивної потужності навантаження $Q_n = Q_{крп}$ шляхом плавної зміни реактивної потужності компенсатора $Q_{крп}$.

Зміна реактивної потужності компенсатора $Q_{крп}$ при фіксованій ємності конденсатора C забезпечується за рахунок збільшення або зменшення величини напруги U_c на його обкладинках [2].

За допомогою компенсатора реактивної потужності, підключеного до вторинної обмотки трансформатора, можливо компенсувати реактивну потужність електрорухомого складу змінного струму без зміни силового перетворювача.

Використання компенсатора призводить до значного підвищення коефіцієнту потужності в номінальному режимі роботи і до перекомпенсації реактивної потужності при малих струмах навантаження, на тягових агрегатах та електровозах. Але робота компенсатора реактивної потужності ефективною лише в певному діапазоні струмових навантажень.

Тому для підвищення коефіцієнту потужності агрегату пропонується пристрій компенсації, що дозволяє збільшити коефіцієнт потужності в усьому діапазоні струмових навантажень за рахунок забезпечення рівності потужності компенсатора і реактивної потужності навантаження $Q_n = Q_{крп}$ шляхом плавної зміни реактивної потужності компенсатора $Q_{крп}$.

Основна перевага пристрою компенсації полягає в тому, що на відміну від пасивного компенсатора реактивної потужності зміна реактивної потужності навантаження Q_n визиває одночасну зміну реактивної потужності компенсатора $Q_{крп}$, яка може бути плавно збільшена (зменшена) за рахунок зміни величини напруги на вторинній обмотці вольтододавкового трансформатора.

Це дозволяє повністю компенсувати реактивну потужність агрегату в усіх режимах його роботи та підвищити його енергетичні показники, що дає позитивний економічний ефект.

Список літератури

1. Браташ В.А., Бичун М.Л., Володарский В.А., Жолобов Л.Ф., Карленко И.В., Потапов В.С. "Электровозы и тяговые агрегаты промышленного транспорта" Москва "Транспорт" 1977.
2. Кулинич Ю.М., Духовников В.К. "Повышение энергетической эффективности пассивного компенсатора электровоза переменного тока" Журнал «Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета»
3. Белых Б.П., Щуцкий В.И., Заславец Б.И., Чеботаев Н.И. "Электропривод и электрификация открытых горных работ" - Москва "Недра" 1983.

І. В. КАСАТКІНА, канд. техн. наук, доц., А.М. СИДОРЕНКО, магістрант
Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ЕНЕРГОСИЛОВИХ УСТАНОВОК НА АВТОСАМОСКИДАХ У КАР'ЄРІ

На сьогодні система рекуперативного гальмування широко застосовується з метою збільшення дальності пробігу цілого ряду електричних транспортних засобів[1,2]. Найбільш ефективна рекуперация кінетичної енергії для тих видів транспорту, для яких властивий досить довгий гальмівний шлях.

Близько 30 % кінетичної енергії під час гальмування перетворюється на теплову енергію, яка за рахунок сили тертя розсіюється в навколишнє середовище, однак частину енергії можна використовувати з метою живлення акумуляторної батареї транспортного засобу і, відповідно, збільшити діапазон його пробігу.

Енергію, що виникає при гальмуванні двигунів можна повертати в електричну мережу, здійснюючи повне коригування її параметрів відповідно до параметрів мережі.

У міру неминучого збільшення глибини кар'єрів посилюються вимоги до технічних характеристик кар'єрних автосамоскидів, яким відповідають кар'єрні автосамоскиди з КЕУ. У зв'язку з цим розробки по використанню кар'єрного автотранспорту з комбінованим приводом є дуже актуальні і своєчасні. Такий привод дозволить не лише скоротити витрату дизельного палива, але і значною мірою понизити рівень загазованості в кар'єрах, що дасть додатковий економічний ефект при визначенні рознесення бортів і можливої глибини кар'єрів, що розраховуються виходячи з умов вентиляції кар'єру.

Великовантажні кар'єрні самоскиди (ВКС) типу БелАЗ є технологічним транспортом гірничодобувних підприємств, у собівартості продукції яких витрати на транспортування гірської маси складають до 70 %. Зниження транспортних витрат можливе за рахунок використання енергії гальмування ВКС.

Існують такі накопичувачі електричної енергії, як акумуляторні батареї та електрохімічні конденсатори. Акумуляторні батареї не можуть швидко прийняти велику кількість енергії, а «суперконденсатори» не можуть її повільно віддавати. Найоптимальніший варіант в комбінації цих двох типів накопичувачів електричної енергії. Одним з варіантів системи суперконденсаторних накопичувачів у складі КЕУ може виступати система з асиметричними суперконденсаторними модулями [3].

Встановлені на автосамоскидах з комбінованою енергосиловою установкою конденсаторні накопичувачі, значно перевершуватимуть акумуляторні батареї та ряд конденсаторів інших типів за техніко-економічними і експлуатаційними показниками.

Застосування суперконденсаторів в якості накопичувача енергії в комбінованій енергосиловій установці кар'єрного автосамоскида дозволить виключити роботу дизельного двигуна на допоміжних операціях транспортного циклу, і, отже, скоротити час роботи на часткових і холостих режимах. Це дозволить понизити загазованість робочої зони кар'єрів і зменшити витрату палива.

У зв'язку з цим робота з дослідження ефективності застосування рекуперативного гальмування, як основного способу електричного гальмування ВКС з комбінованою електроенергетичною установкою є досить важливою і актуальною в сучасних економічних умовах.

Список літератури

1. **Шевченко О.І.** Підвищення енергетичної ефективності тягового електропривода кар'єрних самоскидів великої вантажопідйомності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.техн. наук: спец. 05.09.03 „Електротехнічні комплекси та системи”. – Харків, 2004.– 20 с.
2. **Тарасов П.И., Бахтурин Ю.А., Глебов А.В., Ковалев Г.Е.** Условия и перспективы применения комбинированных энергосиловых установок на карьерных автосамосвалах // Энергосбережение на карьерном автомобильном транспорте. Материалы международного научно-технического семинара, 24-26 июля 2003 г. -Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2003.
3. **И.Н. Варакин, к.х.н., В.В. Менухов, В.В. Самитин, к.т.н., ЗАО «ЭЛТОН»**, (Троицк, Московская обл.) Перспективы применения электрохимических конденсаторов в составе комбинированных энергосиловых установок на автосамосвалах.- журнал "Горная Промышленность" №3 2008, –79 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРІЙ І МЕХАНІЗМІВ РОЗВИТКУ ПЕРЕНАПРУГ
ПРИ ДУГОВИХ ЗАМИКАННЯХ ФАЗИ НА ЗЕМЛЮ**

Однофазні замикання на землю (ОЗЗ), що виникають у розподільчих мережах 6-10 кВ з ізольованою нейтраллю є переважним видом ушкоджень і складають більше 75% від загального їх числа.

Перенапруги при ОЗЗ знижують електричну міцність ізоляції кабелів, приводять до пробою та багатомісних ушкоджень.

Це викликає відмови в роботі електрообладнання, тривалі простої технологічного устаткування, додаткові витрати на його відновлення [1-2].

Мета роботи. Дослідження відомих теорій і механізмів розвитку перенапруг при ОЗЗ.

Матеріали та результати дослідження. Існують відомі теорії розвитку перенапруг: Петерсена, Петерса і Слепяна та Белякова [1]. Сутність цих теорій і механізмів розвитку перенапруг полягають у наступному.

За теорією Петерсена: горіння дуги триває половину періоду вільних коливань; значення кутової частоти вільних коливань при горінні дуги $\omega_k = 1/\sqrt{3LC}$ (C - ємність фази щодо землі; L - індуктивність розсіювання живильних трансформаторів); при першому проходженні струму коливань через нуль дуга погасає; значення частоти при відновленні $\omega_s = 1/\sqrt{LC}$; повторне запалювання дуги настає через половину періоду промислової частоти при максимальній напрузі на ушкодженій фазі; час горіння дуги при кожному повторному запалюванні дорівнює напівперіоду вільних коливань; після кожного гасіння дуги зростає напруга зсуву нейтралі; відновлення напруги на ушкодженій фазі має коливальний характер з піком, що перевищує величину фазної напруги; діелектрична міцність місця ушкодження наростає швидше, ніж величина відновленої напруги; з урахуванням обмежуючого впливу міжфазних ємностей і загасання коливань рівні перенапруг досягають $U_{\max} = 3,6U_\phi$ [1].

За теорією Петерса і Слепяна: горіння дуги триває до переходу через нуль струму промислової частоти; гасіння дуги відбувається без перехідного процесу, тобто, відсутні піки напруги при відновленні; після кожного гасіння дуги напруга зсуву нейтралі залишається постійною і рівною U_ϕ ; повторні запалювання дуги відбуваються регулярно через кожний період при максимальній напрузі на ушкодженій фазі; тривалість горіння дуги при кожному повторному запалюванні дорівнює напівперіоду промислової частоти; відновлення напруги на ушкодженій фазі після гасіння дуги відбувається плавно з промисловою частотою; перенапруги на здорових фазах не перевищують значень $(3-3,1)U_\phi$ [1].

За теорією Белякова: гасіння дуги відбувається при кожному проходженні струму через нуль; повторне запалювання дуги відбувається через малу частину періоду власних коливань при малих напругах відновлення ($U_{кр} = 0,37U_\phi$ для мережі 6 кВ і $U_{кр} = 0,22U_\phi$ для мережі 10 кВ); гасіння дуги на тривалий час має місце в тих випадках, коли високочастотний максимум напруги відновлення досить малий і стає менше величини діелектричної міцності ізоляції в місці ушкодження за час відновлення; максимально можливі перенапруги з урахуванням загасання і міжфазних ємностей дорівнюють $3,2U_\phi$ [1].

Висновки. Надалі ці теорії корегувалися різними авторами на підставі даних теоретичних, лабораторних і експериментальних досліджень. Експерименти, проведені в розподільчих мережах і в лабораторних умовах, показали, що в дійсності ОЗЗ не протікають у чистому виді відповідно до якої-небудь одної з існуючих теорій.

Список літератури

1. Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. М.: Энергия, 1971, 152 с.
2. Самойлович И.С. Защита от перенапряжений электроустановок открытых горных работ. - М.: Недра, 1992. - 128 с.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Под термином "качество электрической энергии" понимается соответствие основных параметров энергосистемы установленным нормам производства, передачи и распределения электрической энергии.

Контроль качества электроэнергии является одним из важнейших принципов эффективного энергоснабжения, и выполняется согласно ГОСТ 54149 [1].

Качество электрической энергии (КЭ) должно соответствовать установленным нормативными документами требованиям, так как электроэнергия непосредственно используется при создании других видов продукции, оказывает существенное влияние на экономические показатели производства, качество выпускаемых изделий.

Как показывают исследования, контроль качества электроэнергии на промышленных предприятиях, в том числе на железорудных шахтах и рудниках, есть недостаточным.

В научных работах по данной тематике приводят теоретические и экспериментальные исследования по измерению показателей качества электроэнергии посредством систем мониторинга параметров распределительной сети. Указывают, что для проведения работ по энергосбережению, необходимо выполнять мероприятия по улучшению показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения.

В ходе выполнения научно-исследовательской работы по повышению качества электроэнергии горнорудного предприятия (в случае рудника) необходимо собрать сведения о системе электроснабжения рудника. На основании собранных материалов составляется математическая модель узла нагрузки наземного распределительного устройства (РУ) 6(10) кВ, выполняется расчет значений показателей качества электроэнергии на секциях шин.

Расчетные значения сопоставляются с фактическими измерениями, полученными в ходе использования устройств мониторинга КЭ интересующего участка электрической сети.

По результатам проведенных мероприятий определяется необходимость применения, диагностики или замены компенсирующих конденсаторных батарей. Также возможно возникновение необходимости установки активных фильтров высших гармоник из-за особенностей режимов работы электрических приёмников.

Очевидно, что достоверность результатов вышеизложенных исследовательских мероприятий главным образом зависит от эффективности работы систем мониторинга (СМ) ПКЭ.

Исходя из этого можно сформулировать следующие задачи, выполнение которых необходимо для построения эффективных СМ ПКЭ [2]:

разработка методики измерения показателей качества электрической энергии с учетом особенностей режимов работы электрооборудования на предприятиях по добыче и переработке железных руд;

обоснование и выбор контрольно-измерительных приборов для регистрации показателей качества электроэнергии в распределительных сетях поверхностного и подземного комплексов горнорудного предприятия;

разработка методики обработки и анализа данных, полученных в процессе экспериментального исследования параметров электрической сети.

С учетом изложенного можно сделать вывод, что для повышения эффективности работы системы мониторинга ПКЭ необходимо предварительное проведение ряда экспериментально-исследовательских мероприятий, которые учитывают особенности структуры построения системы электроснабжения и характер применяемого электрооборудования конкретного типа промышленного предприятия.

Список литературы

1. ГОСТ 54149 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
2. Кузнецов Н.М., Бебихов Ю.В., Самсонов А.В., Егоров А.Н., Семенов А.С. Качество электрической энергии горных предприятий. Издательство "Академия Естествознания", 2012 год.

Е. А. ВОРОТЕЛЯК, канд. техн. наук, доц., Г.В. КОЛОМІЦ, асистент,
А.С. КУЗЬМЕНКО, ст. викладач, Криворізький національний університет

ПСЛЯРЕМОНТНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ГЛИБОКОПАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

У наступний час серед електромеханічних пристроїв особу групу складають асинхронні машини (АМ), які як найчастіше виконуються з розділовим магнітопроводами та обмотками. Магнітна взаємодія первинної (статор) і вторинної (ротор) систем в значній мірі визначає відповідний варіант конструктивного виконання магнітопроводу цих систем.

Розробка моделей АД за каталожними даними враховувала раніш тільки один фактор – «поверховий ефект», тобто витискання струму в стрижнях обмотки ротора к поверхні.

Це приводило до похибок, при розрахунках двигунів з неповним розкриванням пазів, але з напівзакритими пазами. Крім того, в електромашині важливою областю є повітряний зазор.

Магнітне поле всередині сталі ротора є складним, але із за високої магнітної проникності сталі його розподіл можливо дослідити тільки в повітряному зазорі, або у безпосередньої близькості від нього.

Відсіль теорія насамперед цікавиться процесами, які протікають у зазорі але навколо нього.

У реальної машині провідники розташовані не в самому повітряному зазорі, а коло нього, в пазах осердя ротора, який набирається з листів електротехнічної сталі але в міжполюсних просторів.

Зовнішні ознаки наявності обривів стержнів - підвищена вібрація і шум при роботі, що збільшуються із зростанням навантаження. Характерно, що шум і вібрація періодично змінюються з частотою, яка дорівнює подвоєній частоті ковзання.

Якщо короткозамкнена обмотка ротора має обриви стержнів, струм буде залежати від положення ротора відносно обмоток статора, при цьому зміна струму буде тим більше, чим більше число стержнів мають пошкодження. По зміні струмів при різних положеннях ротора в межах одного оберту оцінюють технічний стан короткозамкненої обмотки.

Міру пошкодження обмотки ротора при локальному (місцевому) розташуванні дефектів визначають за формулою

$$\gamma = \hat{E}_e \cdot \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max}} \cdot 100\%$$

де γ - міра пошкодження обмотки, %; K_k - коефіцієнт конструктивних особливостей електродвигуна; I_{min} , I_{max} - найбільше і найменше значення вимірних струмів, А.

Експериментальні дані показують, що для електродвигунів $K_k=1$, обмотка ротора яка має 24 с стержні, при обриві двох γ дорівнює 9,8 %, а при обриві чотирьох дорівнює 28 %. Припустиме значення γ для цих електродвигунів становить 10 %

При розрахунках з грубим наближенням для обмоток АД можна в середньому приймати $k=1,10-1,2$, тому при змінному струмі активний опір обмоток мідних проводів можна брати на 10-20 % більше, ніж активний опір при постійному струмі.

Проведені досліді і спостереження дозволили зробити висновки:

Лінії потоку розсіювання в пазах проходять перпендикулярно стінок паза;

Якщо відношення висоти до товщини провідника не надто мало щільність струму однакова для всіх точок перетину, які знаходяться на одній висоті, і що для знання розподілу щільності струму всередині провідника паза достатньо перевірити її розподіл по поверхні;

Усередині паза лінії струму проходять паралельно довжині масивного провідника на деякій відстані від кінців на торцях.

Список літератури

1. **Іванов-Смоленский А.В.** Электрические машины. Москва, «Энергия», 1980.
2. **Адкинс Б.** Общая теория электрических машин. Москва, «Госэнергоиздат», 1960.
3. **Воротеляк Э.А.** Прогнозирование рабочих характеристик глубокопазного асинхронного двигателя по каталожным данным. Академический вестник №19, 2007.
4. **Г.К. Жерве** «Промышленные испытания электрических машин». М.: «Госэнергоиздат», 1959.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЧАШОВОГО ОГРУДКУВАЧА

Щоб досягти стану напівфабрикату у вигляді обкотишів, руда проходить багато стадій обробки: видобуток, дроблення, збагачення, огрудкування, випалювання. Технологічні процеси тісно пов'язані між собою і кожен з них має величезну енергоємність.

До основних факторів, що впливає на процес отримання якісних сирих обкотишів можна віднести: вологість шихти, швидкість обертання чаші, кут нахилу чаші, витрата шихти в чашу, крупність шихти, основність шихти, вміст заліза в шихті. До основних показників якості сирих обкотишів відносяться: діаметр, міцність і вологість.

Зі зменшенням кількості води в огрудкувачі, діаметр обкотишів зменшується. Воду слід подавати на обкотиш протягом всього періоду його формування. Для нормального ходу процесу огрудкування необхідно, щоб матеріал на тарелі огрудкувача здійснював рух по траєкторії, показаної на рис. 1, при числі обертів.

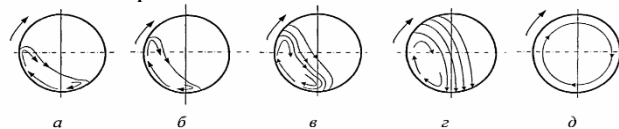


Рис. 1. Рух матеріалу в тарелі огрудкувача в залежності від швидкості обертання

Для зменшення продуктивності чашевого огрудкувача необхідно зменшити шихтове навантаження. При підвищенні вологості шихти можливе значне збільшення розмірів обкотишів і виділення вологи на їх поверхні. Для того, щоб уникнути цього, необхідно зменшити швидкість обертання чаші огрудкувача. При надмірному збільшенні витрати шихти в огрудкувачі обкотиші, що знаходяться в чаші і ще не досягли кондиційних розмірів, можуть витіснятися з огрудкувача під напором маси шихти. Характеристика продуктивності огрудкувача по шихті (P) від виходу окатишів представлена на рис. 2.

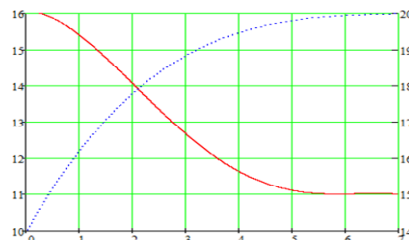


Рис. 2. Перехідна характеристика «продуктивність огрудкувача - вихід обкотишів»

Для ефективного ведення технології випалу необхідно збереження крупності обкотишів на постійному рівні, що вимагає постійного втручання технологію процесу отримання сирих обкотишів. Зменшення розміру гранул при постійному навантаженні вимагає збільшення швидкості обертання чаші огрудкувача.

Якщо це не забезпечує збільшення їх розміру, то необхідно зменшити кут нахилу чаші і збільшити подачу води.

Одним із способів поліпшення ефективності роботи чашевого огрудкувача є підтримка ефективної плями розподілу обкотишів у чаші. Для цього як зворотний зв'язок у системі управління застосовують фотофіксацію плями розподілу обкотишів.

Список літератури

1. Юсфин Ю.С. Управление окускованием железнорудных материалов –М., 1990.
2. Вегман Е.Ф. Окомкование руд и концентратов –М., Металлургия, 1984.
3. Исаев, Е.А. Теория управления окомкователем сыпучих материалов –Сп-б.: ТНТ, 2004.
4. Маерчак Ш. Производство окатышей. –М., Металлургия, 1982

РІШЕННЯ ГАЛУЗІ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Використання викопних органічних палив у великих кількостях і відсутність достатніх засобів для поліпшення стану навколишнього середовища має наслідком погіршення екологічної ситуації. Саме тому, для надійного забезпечення споживачів паливом і електроенергією, необхідно, крім органічного палива і атомної енергетики, включати в паливно-енергетичний баланс країни екологічно чисті нетрадиційні джерела енергії. Джерелами теплоносіїв можуть бути як геотермальні (суха або волога пара, підземні води), так і вода і пара) енерготехнологічних установок (з різною ступеню забруднення). Звичайно слід враховувати забрудненість джерела що використовуються, для чого можливо використовувати велику кількість технічних напрацювань що і в наш час вже широко використовуються.

Наявний світовий досвід, зокрема таких держав, як США, на Філіппінах, у Мексиці, Італії, Ісландії, Японії, Китаї, Англії, Франції, ФРН, Кенії (лідера в галузі на Африканському континенті) та багатьох інших, які мають найбільшу кількість геотермальних електростанцій дає підстави вважати закономірною перспективність рішень даної енергетики для отримання електроенергії або використання безпосередньо для опалення приміщень.

Розглянуті історія і стан питання, в т.ч. поширені і перспективні схеми (їх теоретичні і практичні особливості використання) які використовуються в геотермальній енергетиці (в якості РТ використані вуглеводні: пропан, бутан, фреони (фреон-22, фреон-42b) і водоаміачні суміші та ін.), що дає підстави вважати перспективними рішення електростанцій в тому числі на низькопотенційних джерелах енерготехнологічного обладнання.

Данні щодо районування прогнозних джерел геотермальної енергії в Україні підтверджують перспективність для розвитку Геотермальної енергетики районів України серед яких слід виділити Закарпаття де за геологічними даними на глибині до 6 км температури гірничих порід досягають 230-275 °С.

У наш час досліджено тільки близько 45 % відсотків території України і це результати не спеціалізованої розвідки, а випадкові виявлення геотермальних джерел, зроблені геологами при розвідці корисних копалин і ця карта постійно оновлюється і коректується, і вже зараз вже приблизно третя частина території України з півночі на південь визнана перспективною для освоєння геотермальної енергії.

Причому до перспективних для освоєння територій потрапили: Київ, Дніпропетровськ, Полтава, Харків, Донецьк і ін. Найбільш перспективна територія Західної України, де зосереджені аномально високі температури на невеликій глибині і відносно чистий носій теплоти - вода.

На основі оцінки технічних можливостей ГеоТЕС і обмежень по екологічним і економічним причинам, можливо зробити такі висновки: пріоритетом з точки зору практичного впровадження є створення досить великих ГеоТЕС на базі високотемпературних геотермальних родовищ (з температурою більше 1500 °С) і одиничною потужністю блоків 10-50 МВт; доцільно розвивати мережі дрібних ГеоТЕС і комбінованих електростанцій з використанням як теплоти геотермальних вод, так і теплоти, отриманої в результаті спалювання органічних видів палива (нафти, газу, вугілля), а також комбінованих енерготехнологічних вузлів для отримання електроенергії, теплоти і корисних компонентів із геотермальних теплоносіїв.

Окупність витрат, за розрахунками економістів, досягається вже через 2-3 роки, що також визначає перевагу над іншими способами. Нагадаємо, що окупність витрат у сонячній енергетиці близько 100 років. Потенціал впровадження геотермальних станцій дозволить на 12 % скоротити споживання органічного палива і збільшити приблизно на 25-30 % власні ресурси енергетики.

Список літератури

1. Суртаєв В.В., Осипчук В.С. / Перспективи розвитку галузі геотермальної енергетики в Україні // В.В.Суртаєв, В.С.Осипчук // Гірничий Вісник Вип. 98.- Кривий Ріг. – 2014. - С. 39-43.
2. Суртаєв В.В., Осипчук В.С. / Розвиток галузі геотермальної енергетики в Україні// В.В.Суртаєв, В.С.Осипчук - Гірничий Вісник Вип. 99.- Кривий Ріг. – 2015.-С. 141-146.

С.Л. БОНДАРЕВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач,
В.А. УСТИМЕНКО, студент, Криворізький національний університет

РОЗРОБКА ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ОБМІНУ ДАНИМИ МІЖ ОПЕРАТОРСЬКОЮ ПАНЕЛЛЮ ТА КОНТРОЛЕРОМ *ABB ACS500*

В сучасних системах автоматики широко використовуються програмовані логічні контролери (ПЛК), які поширені в локальних системах автоматики, в системах збору і відображення інформації, диспетчеризації, управління, збереження інформації тощо.

Слід звернути увагу, що сучасні ПЛК це не просто велике інтелектуальне програмоване реле, а й пристрій, який має мережевий інтерфейс, що дає змогу побудови локальних інформаційних систем з можливістю віддаленого управління елементами системи.

Внаслідок наявності суперечливої документації нагальність розробки локальної мережі для обміну даними є важливою.

В ДВНЗ «Криворізький національний університет» створено лабораторію «Сучасні енерго-ефективні системи та технології» [1].

Одним з напрямків досліджень в цій лабораторії є вивчення енергетичних властивостей насосів та вентиляторів при різних способах регулювання продуктивності.

Зрозуміло, що для ефективного керування стендом, опитуванням датчиків та для оперативної обробки отриманої інформації потрібна побудова локальної мережі.

В роботі акцентовано увагу не на побудові стенду, а на аспектах роботи локальної мережі, зокрема на системі зв'язку ПЛК *ABB ACS550-eCo* [2, 3] з операторською панеллю *Weintek MT6070iH* [4].

Розглянуті можливості побудови лінії зв'язку *RS-485* та характеристики інтерфейсу.

Як відомо, для організації обміну даними по локальній мережі недостатньо тільки лінії зв'язку, необхідно застосування мережевого протоколу.

Для розробленої мережі обрано протокол *Modbus* та наведені його основні властивості та характеристики [5].

При побудові таких систем дуже важливим завданням є розробка локальних мереж, які можуть використовувати різні фізичні лінії зв'язку та мережеві протоколи [6].

Крім того, не менш важливим є організація обміну даними між пристроями по протоколу *Modbus*, що пов'язано з розподілом пам'яті та адресацією *Modbus* регістрів.

Організація пам'яті та адресація *Modbus* регістрів для ПЛК *ABB ACS500-eCo* є нетривіальним завданням, за відсутності оригінальної документації.

Для перевірки роботи та налаштування організації обміну інформацією по протоколу *Modbus* розроблена проста програма для зв'язку ПЛК *ABB ACS550-eCo* з операторською панеллю *Weintek MT6070iH*.

Список літератури

1. Danileyko O. Experience in the developing of the laboratory stand for research of the pump operating modes in Kryvyi Rih national university / O. Danileyko, S. Bondarevskiy // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – №6. – p. 84-88.
2. Bondarevskiy S. Modern material and technical base of the departments is guarantee of the quality training of the competitive electromechanics specialist / S. Bondarevskiy, O. Danileyko // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2015. – Вип. 5/2015 (94). – С. 15-19.
3. Привод переменного тока ACS355. Руководство по эксплуатации. – Режим доступу: http://www.sibocom.com/uploads/documents/Catalogs/Drives/AC_Low_voltage_drives/Dlya_mashinostroeniya355_850_M1/ACS355/ACS355-Rukovodstvo_po_ekspluatatsii_RUS.pdf.
4. Операторская панель «Weintek MT6070iH». Руководство по эксплуатации. – Режим доступу: http://www.plcsystems.ru/catalog/weintek/doc/MT6070i_60_70iH_8070iH.pdf.
5. Сетевой протокол Modbus. Эксплуатация и настройка. – Режим доступу: http://mpcontrol.ru/index.php?Itemid=36&catid=1&id=117%3A-xmega-&option=com_content&view=article.
6. Сетевой интерфейс RS-485. Эксплуатация и настройка. – Режим доступу: http://www.novosoft.by/?page=b_rs_485.

С.Л. БОНДАРЕВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач,
В.В. ГАЛАЙЧУК, студент, Криворізький національний університет

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ПРИВОДОМ ЗМІННОГО СТРУМУ

Наразі зростає кількість вітчизняних підприємств, які використовують насосні установки з регульованим напівпровідниковим електроприводом змінного струму. Популярність таких пристроїв обумовлена енерго- та ресурсозбереженням [1]. З іншого боку в усі сфери життя впроваджуються нові технології, пов'язані з автоматизацією та диспетчеризацією. Тому досить актуальним постає питання не тільки впровадження засобів керування механізмами, а й використання найпростіших пристроїв для дистанційного керування.

На кафедрі електромеханіки ДВНЗ «Криворізький національний університет» впроваджена в роботу лабораторія «Енергоефективних систем та технологій». Один із стендів цієї лабораторії присвячений дослідженню режимів роботи відцентрового насоса та регулюванню його продуктивності [2]. Завдяки створенню локальної мережі між приводом та операторською панеллю реалізовано керування приводом насоса через людино-машинний інтерфейс. Використана операторська панель виробника *Weintek* характеризується невеликими габаритами, широкою функціональністю та високою надійністю, демократичною ціною.

На підставі обґрунтованого вибору мережевого інтерфейсу зв'язку *RS-485* [3] та комутаційного протоколу *Modbus* [4] розроблена локальна мережа промислової автоматики та оригінальна програма для керування роботою привода насоса з операторської панелі. Для зв'язку по мережі *Modbus* з лінією *RS-485* між панеллю та приводом *ABB ACS355* використовується зовнішній модуль *FMBA-01*, який приєднується до приводу.

Розглянуті можливості відображення інформації в *Modbus* реєстрах. Зроблена спроба систематизувати відображення адресів *Modbus* реєстрів на фізичну пам'ять привода та операторської панелі, що при відсутності докладної і несуперечливої документації є нетривіальним завданням.

Для прикладу побудовано систему керування приводом змінного струму, яка дозволяє скидати стан керування привода, включати привод, задати вихідну частоту живлення двигуна, зупинити привод та змінювати напрямок обертання двигуна. Управління приводом може здійснюватися через сенсорний екран панелі або за допомогою маніпулятора «мишка», підключеної через інтерфейс *USB*. Крім того, панель має вбудований сервер віддаленого доступу *VNC*. Після встановлення *VNC*-клієнта на ПК та підключення ПЛК можливо керувати приводом з ПК.

Детально розглянуто режим керування приводом змінного струму *ABB ACS355* [5] за профілем *DCU PROFILE*, описано зміст командного слова та слова стану.

Отже, для керування приводом та реалізації простих технічних рішень є сенс використовувати операторські панелі не грандів електротехнічної промисловості, а менш «розкручених» виробників, наприклад, *Weintek*, асортимент яких на вітчизняному ринку достатньо широкий. Значною перевагою таких панелей є наявність власного безкоштовного програмного забезпечення *EasyBuilder 8000*, що розповсюджується вільно. Беззаперечно графічні можливості останніх менші, але сам процес програмування та побудова зв'язку не ускладнені громіздкістю і, в деяких випадках, інтуїтивно незрозумілим інтерфейсом.

Список літератури

1. Лензов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуховодных установках / Б.С. Лензов. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
2. Danileiko O. Experience in the developing of the laboratory stand for research of the pump operating modes in Kryvyi Rih national university / O. Danileiko, S. Bondarevskiy // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – №6. – P. 84-88.
3. Сетевой интерфейс RS-485. Эксплуатация и настройка. – Режим доступа: http://www.novosoft.by/?page=b_rs_485.
4. Сетевой протокол Modbus. Эксплуатация и настройка. – Режим доступа: http://mpcontrol.ru/index.php?Itemid=36&catid=1&id=117%3A-xmega-&option=com_content&view=article.
5. Привод переменного тока ACS355. Руководство по эксплуатации. – Режим доступа: http://www.sibocom.com/uploads/documents/Catalogs/Drives/AC_Low_voltage_drives/Dlya_mashinostroeniya355_850_M1/ACS355/ACS355-Rukovodstvo_po_ekspluatacii_RUS.pdf.

АВТОНОМНИЙ КОНТРОЛЬ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МАШИНИ

На сьогодні на вітчизняному виробництві достатньо гостро стає проблема розділення відповідальності за вихід електричної машини з ладу між службою експлуатації та електроремонтним цехом. Нерідко електричні машини виходять з ладу не допрацювавши свій гарантійний період.

У такому разі майже неможливо визначити винуватця зазначеної вище проблеми. Після виходу машини із ладу виробництво розпочинає службове розслідування, яке у сукупності із заміною неробочої машини вимагає певного часу, що спричиняє економічні збитки.

Отже, для вирішення існуючої проблеми необхідно автономно діагностувати та фіксувати електромеханічні параметри електричної машини з метою визначення умов експлуатації останньої.

Для реалізації системи автономного контролю параметрів машин постійного струму необхідно розв'язати такі задачі:

визначити критичні режими роботи електричної машини враховуючи особливості експлуатації останньої [1];

адаптувати систему вимірювання параметрів електричної машини дотримуючись вимог мінімальної кількості та простоти датчиків [2];

розробити структуру бази даних для збереження технологічних параметрів електромеханічної системи;

створити прототип пристрою та перевірити працездатність запропонованих алгоритмів за допомогою математичного та фізичного моделювання.

Однією із актуальних технічних задач стосовно питання спрощення системи вимірювання є питання непрямого контролю швидкості. В ході експериментів були проаналізовані такі напрями реалізації непрямого контролю кутової частоти обертання двигуна:

оцінка швидкості за математичною моделлю;

обчислення швидкості за допомогою датчиків магнітного потоку;

обчислення швидкості із використанням сигналу вібрації або звукового сигналу.

Із перелічених вище способів оцінки швидкості перевагу було надано останньому способу: для непрямого визначення швидкості було застосовано оцифрований сигнал вібрації машини постійного струму.

В якості датчика було використано цифровий трьохвісовий акселерометр.

Швидкість обертання визначається так:

цифрова система вимірює сигнал вібрації від акселерометра на проміжку часу $t_{\text{sample}} \approx 1,17$ с;

до оцифрованого сигналу (0,86 Гц) застосовують перетворення Фур'є;

цифрова система визначає найбільшу за амплітудою гармоніку в спектрі;

швидкість обертання визначається із формули

$$n = t_{\text{sample}} 60k,$$

де k - порядок гармоніки; n - частота обертання об/хв.

В ході проведених досліджень здійснено огляд та аналіз відомих алгоритмів та структур для діагностики електромеханічних комплексів.

Проаналізовано недоліки існуючих реєстраторів електричних величин та створено прототип пристрою системи автономного контролю параметрів для машин постійного струму, яка дозволяє визначити умови експлуатації двигуна, причини виходу останнього із ладу. Створену мікропроцесорну систему також можна використовувати для організації технологічного контролю параметрів механізму, складовою частиною якого є електрична машина..

Список літератури

1. Вольдек А. И. Электрические машины. Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений / А.И. Вольдек – Л.: Энергия, 1974. — 840с.
2. Бесекерский В.А. Цифровые автоматические системы / В.А. Бесекерский. – М.: Наука, 1976. – 576с. .

О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач, Ж.Г. РОЖНЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
І. В. ГОЛОВАЦЬКИЙ, студент, Криворізький національний університет

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАМП ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

За оцінкою Міжнародного енергетичного агентства сьогодні сучасні світлові технології дають до 40 % економії електроенергії [1]. У свою чергу, деякі параметри ламп освітлення не нормуються та не наводяться в характеристиках ламп при продажі [2,3].

Отже, постає задача розробки приладу для дослідження показників пульсації світлового потоку та методики їх аналізу.

Одним з напрямків роботи лабораторії «Енергоефективні пристрої та технології в електромеханіці» ДВНЗ «Криворізький національний університет» є дослідження та порівняння енергетичних параметрів та характеристик ламп загального та промислового використання.

Для цього розроблено лабораторний стенд, який дає змогу поліпшити знання та навички студентів з питань енергоефективності систем штучного освітлення [4].

Стенд впроваджено в навчальний процес для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Енергоефективні системи та технології».

Одна з лабораторних робіт - «Дослідження коефіцієнта пульсації світлового потоку ламп освітлення загального призначення».

Практично, всі лампи мають періодичні пульсації світлового потоку. За санітарними нормами пульсації освітленості частотою до 300 Гц на робочих місцях не повинні перевищувати 20%.

Для вимірювання коефіцієнта пульсації світлового потоку розроблено пристрій, основою якого є звичайний фотодіод та підсилювач для підсилення рівня напруги на виході фотодіода на основі операційного підсилювача К140УД7 з однополярним джерелом живлення.

Проведені дослідження показали наявність пульсацій світлового потоку у більшості ламп, які наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Назва лампи	Пульсації		
	амплітуда, В	частота, Гц	коефіцієнт пульсацій
Розжарювання	0.76	100	3.4
Галогенна	0.51	100	7.36
Компактна люмінесцентна	0.98	100	5.37
Світлодіодна	0.98	100	68.9
ДРЛ	1.24	100	25.25
ДРВ	0.54	100	4.85
ДНАТ	1	100	25
ДРІ	0.3	100	33.33

Найбільш несподіваною була наявність значного коефіцієнта пульсацій у світлодіодній лампі, що можна пояснити неякісним внутрішнім джерелом живлення.

Отже, розроблено та впроваджено в роботу лабораторний стенд для поліпшення знань та навичок студентів з питань енергоефективності систем штучного освітлення. Запропоновані методика аналізу пульсацій світлового потоку, розроблено пристрій для їх спостереження.

Список літератури

1. Діодний міст у світле майбутнє. – 2014. – Режим доступу: <http://rbcdaily.ru/industry/562949986944283>.
2. Айзенберг Ю. Б. Энергосбережение в освещении / Ю. Б. Айзенберг. – М.: Знак, 1999. – 264 с.
3. Кунгс Я. А. Автоматизация управления электрическим освещением / Я. А. Кунгс. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 112 с.
4. Бондаревський С.Л. Досвід розробки лабораторного стенда для порівняльного аналізу енергоефективності джерел штучного освітлення / С.Л. Бондаревський, О.К. Данилейко, Ж.Г. Рожненко // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2015. – Т.5, №1(25). – С. 44–47.

С.В.ТИЩЕНКО, д-р техн. наук, проф., Т.В.КВІТКА, старший викладач
Криворізький національний університет

ЩОДО ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ ВИЩА МАТЕМАТИКА У ТЕХНІЧНОМУ ВИЩОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

Розглядається необхідність модернізації викладання математичних дисциплін за рахунок міждисциплінарних зв'язків, засобами введення у викладання прикладних задач.

Сучасний випускник технічного ВНЗ повинен відповідати сучасним вимогам, що висуваються роботодавцями до працівників, а саме бути конкурентоздатним та придатним до працевлаштування, що трактується як володіння сукупністю знань, умінь і навичок, підходами до вирішення виробничих ситуацій, здатностями до неперервного професійного розвитку.[2] Професійна діяльність майбутнього інженера вимагає особливого стилю мислення, здатності приймати рішення, прогнозувати та оцінювати результат.

Математична підготовка майбутнього інженера є основою для вивчення природничих та технічних дисциплін, фундаментом майбутньої самоосвітньої діяльності, але студенти перших курсів майже не мають уявлення про місце та вагомість математичних дисциплін у майбутній професійній діяльності, що не найкращим чином впливає на мотиви навчання.

Тому важливо саме на першому курсі демонструвати необхідність математичних знань у майбутній професії. Сутність вивчення математичних дисциплін і вищої математики, зокрема, полягає у вивченні математичних закономірностей та використанні її в інших дисциплінах.

Для інтегрування мотивів навчання слід наблизити вивчення математичних дисциплін до спеціалізації студентів, використовуючи елементи контекстного навчання.

Так «Векторна алгебра» та «ТФКП» є важливими для майбутніх інженерів-електриків, при вивченні векторних діаграм струмів і напруг, «Ряди Фур'є» для вивчення несінусоїдальних струмів, «Матрична алгебра» для розв'язування багатьох економічних задач.

Зміст викладання математичних дисциплін у технічному ВНЗ пропонуємо збагатити задачами технічного змісту відповідно до спеціалізації студентів. Під час вивчення циклу спеціальних дисциплін, при виконанні курсових та дипломних проектів математичний апарат буде закріплюватись, конкретизуватись та поглиблюватись.

При розв'язуванні прикладних задач слід виділяти наступні етапи:

Побудова якісної моделі явища, що вивчається, виділення основних факторів і встановлення закономірностей досліджуваного явища;

Побудова математичної моделі, переклад на мову математичних співвідношень виявлених якісних закономірностей явища;

Розв'язування отриманої задачі;

Співставлення результатів обчислення, отриманих на попередньому етапі, з модельованим об'єктом;

Модернізація моделі, зміна моделі на підставі наступного аналізу у зв'язку з накопиченням нових даних про явище.[1]

Слід зауважити, що прикладні задачі необхідно підбирати, так щоб математична складова була явно виражена, а прикладна частина доступною для розуміння на даному етапі вивчення технічних дисциплін. Таким чином задача буде викликати пізнавальний інтерес та мотивувати на подальшу самостійну навчальну діяльність.

Вважаємо, що такий спосіб викладання математичних дисциплін покращить якість засвоєння навчального матеріалу та підвищить мотивацію студентів до навчання та самоосвітньої діяльності у майбутньому.

Список літератури

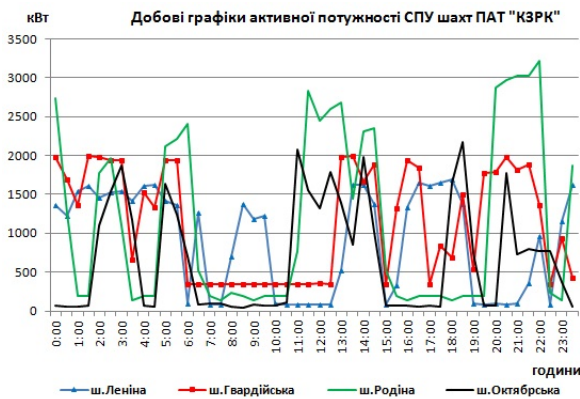
1. **Валуцэ І.І.** Математика для техникумов на базе середньої школи: Учеб.пос. / І.І. Валуцэ, Г.Д. Дилигул. - М.: Наука, 1990. - 576 с.
2. **Рашкевич Ю.М.** Болонський процес та нова парадигма вищої освіти: монографія / Ю.М. Рашкевич. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. - 168 с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ СКІПОВИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ КРИВБАСУ

На шахтах і рудниках одними з найбільш енергоємних споживачів є шахтні підйомні установки (ШПУ), на частку яких припадає 15-20 % загального споживання електроенергії підприємством. Зазначені установки, як об'єкти енергозбереження засобами електроприводу, мають ряд суттєвих технологічних особливостей, які не дозволяють безпосередньо перенести на них рішення, розроблені для систем загальнопромислового електроприводу. Це циклічність роботи установок, зміна статичного навантаження у функції шляху підйомної посудини, забезпечення точної зупинки підйомних посудин, наявність пружних елементів (канатів) і т.д. В такій ситуації виникає необхідність встановлення раціональних областей застосування регульованих електроприводів для основних використовуваних на практиці типорозмірів шахтних підйомних установок.

На підприємства ПАТ «Кривбасзалізрудком» знаходяться електроприводи за системами Г-Д, ТП-Д і ПЧ-СД і їх енергоспоживання охоплено технічним енергообліком автоматизованої системи енергообліку REALNET, що дозволяє провести порівняльний аналіз рівнів споживання активної та реактивної потужності, а також оцінки коефіцієнтів потужності і коефіцієнтів реактивної потужності.

Рис.1. Добові графіки активної потужності СПУ шахт



З метою зниження часу заміни підйомної машини і скорочення обсягів будівельних і монтажних робіт керівництвом ПАТ «Кривбасзалізрудком» був використаний варіант приводу - привід змінного струму зі спеціальним синхронним двигуном AMZ2500LL16 і перетворювачем частоти серії ACS виробництва фірми АВВ (Швеція). На шахтах Леніна й Зоря (рудник Октябрський) після модернізації встановлений й експлуатується електропривод по системі ПЧ-СД. Вантажопідйомність СПУ на шахті Леніна становить 30 т, а на шахті Зоря - 35 т. До модернізації на цих шахтах була система Г-Д і вантажопідйомність 25 т. Добові графіки споживаної активної потужності скіпових підйомів подано на рис.1.

Варто звернути увагу, що на шахтах Леніна й Зоря на скіпових підйомах впроваджений електропривод по системі ПЧ-СД і під час стоянки цих установок рівень споживаної потужності холостого ходу значно нижче, ніж в електроприводів по системі Г-Д, що є на скіпових підйомах шахт Родіна й Гвардійська (близько 100 кВт у порівнянні з 200 кВт для ш.Родіна й 450 кВт для ш. Гвардійська). Таким чином, використання частотно-регульованого електроприводу у порівнянні з системою Г-Д дозволяє зменшити витрати електроенергії на підйомних установках. Коефіцієнт потужності $\cos\varphi$ наближається за своїм значенням до одиниці, як і в системі Г-Д. Це обумовлено наявністю активного випрямляча і складних алгоритмів його керування. Коефіцієнт реактивної потужності $tg\varphi$ також наближається до рівня 0,2 як і в системі Г-Д. Але система ПЧ-СД має значно вигідні масо-габаритні показники та суттєво менші витрати на обслуговування електрообладнання. Тиристорний електропривід постійного струму СПУ створює значний вплив на живлячу мережу. Рівень реактивної енергії в 1,5-1,8 рази більше, ніж рівень активної потужності. Це обумовлено залежністю реактивної енергії від струму двигуна і кута керування тиристорами перетворювача. Тому ця система електроприводу буде поступово витісняється з шахтних СПУ.

Список літератури

1. Эпштейн И.И. Высокоэффективный электропривод шахтных подъемных машин с асинхронными двигателями // Электромеханика и энергосберегающие системы – 2012. – Вып.3. – С. 133-134.
2. Закладной А.Н. Энергоэффективный электропривод с вентильными двигателями: моногр. – Киев. – 2012. – 185 с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ ВНУТРИШАХТНОЙ УЧАСТКОВОЙ СЕТИ

Высокие потери и разубоживание руды объясняются ухудшением горно-геологических условий разработки и применением устаревшей технологии очистной выемки полезного ископаемого, основанной на переносной горной технике [2]. Главным недостатком существующей технологии является применение устаревшей буровой и доставочной техники (станков НКР-100М и скреперных установок 30ЛС-2С и 55ЛС-2С), не обеспечивающие в условиях высокого горного давления интенсивную отработку блоков [2]. Зарубежный опыт подземной разработки месторождений полезных ископаемых свидетельствует, что существенное повышение интенсивности очистной выемки, снижение потери и разубоживание руды невозможно без применения самоходной техники [2]. В настоящее время на очистных работах подземного Кривбасса самоходная техника практически не применяется [2]. Большое количество самоходной техники применяет электрический привод, который с помощью кабельных линий подсоединён к подземным подстанциям. Применяемая устаревшая буровая и доставочная техника использует напряжение 380 В, которое исчерпало себя по всем показателям, главным из которых является качество электрической энергии.

Повышение номинального напряжения, как одного из основных направлений улучшения показателей качества электроэнергии в подземной сети и повышения эффективности электропотребления на шахте:

передачи необходимой мощности по гибким кабельным линиям ограниченного сечения основных жил;

обеспечение необходимых моментных характеристик электродвигателей в режимах перегрузки и пуска;

конструирование высоконадежных аппаратов защиты и коммутации.

В основном в зарубежной самоходной технике используется электрический привод с суммарными мощностями 100-600 кВт и уровнями питающего напряжения 660В и 1000 В. Повышение уровня напряжения подземных подстанций для отечественных железорудных шахт может в полном объеме и на длительный срок решить задачу качественного электроснабжения внутришахтных потребителей с учетом перевооружения отрасли, с использованием зарубежной самоходной техники и перспективы роста мощности их электроприводов. Это в настоящее время является наиболее реальным и технически осуществимым [1]. Определение оптимального напряжения шахтных участковых сетей, питающих мощную самоходную технику, производится путем технико-экономического сравнения вариантов сети при номинальных напряжениях 380, 660 и 1000В.

Повышенное напряжение подземных подстанций (660В) при больших расстояниях от источника питания до электропривода позволяет снизить потери мощности и электроэнергии. Напряжение 660В целесообразно также на предприятиях с высокой удельной плотностью электрических нагрузок на квадратный метр площади, концентрацией мощностей и с большим числом электродвигателей в диапазоне мощностей 220-600 кВт. При напряжении 660В увеличивается радиус действия подземных подстанций примерно в 2 раза по сравнению с подстанциями на 380 В. Кроме того, появляется возможность повысить единичную мощность трансформаторов и, тем самым, сократить число подземных подстанций, линий и аппаратов напряжением выше 1 кВ. Одновременно снижается примерно в 2 раза расход цветных металлов. Стоимость электродвигателей и трансформаторов одной и той же мощности при напряжении 380/220В и 660/380В практически одинакова, в то время как пропускная способность сети 660/380В увеличивается в 1,73 раз [1]. Только при напряжении более 380В, особенно при увеличении длины забойной выработки до 200-300 м, возможность передать к двигателям суммарную мощность 250-400 кВт с требуемыми показателями качества электроэнергии при сечении основных жил питающих кабелей от 50-150 мм². Обобщая сказанное, можно констатировать, что перспективный уровень напряжения шахтных участковых сетей, должен быть очевидно повышен и при этом опираться на следующее возможное значение 660 В.

Список литературы

1. Смирнов А.Г. Рекомендации по проектированию силового электрооборудования напряжением до 1000 в переменного тока промышленных предприятий. Москва 1989 г.
2. Ступник Н.И., Кудрявцев М.И., Басов А.М.. Пути совершенствования технологии подземной разработки богатых железных руд Кривбасса. Вісник КТУ, 2010. Вип. 26, - С. 23-26.

О.Н. СИНЧУК, д-р техн. наук, проф., Э.С. ГУЗОВ, канд. техн. наук, доц.,
Р.А. ПАРХОМЕНКО, А.А. ХАРИТОНОВ, ст. преподаватели
Криворожский национальный университет

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКАМИ ШАХТНЫХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИНФОРМАЦИИ

Повышение эффективности использования электроэнергии на железорудных предприятиях неразрывно связано с проблемой реальности уровня оценки режимов электропотребления.

Электропотребление горных предприятий зависит от большого числа факторов. Влияние факторов на процесс электропотребления (ЭП) имеет сложный и многообразный характер, описание которого в рамках как детерминистических, так и классических статических методов не всегда возможно в силу непредсказуемости условий, определяющих действие факторов. В этой связи можно констатировать, что потребление электрической энергии (ПЭЭ) железорудных предприятий формируется под влиянием факторов, предсказание воздействия которых является недостаточно достоверным.

Информация о процессе ПЭЭ содержит разнообразные множества эмпирических данных и характеризует его многомерными случайными признаками. Значительное число признаков делает трудной задачу выявления связей между признаками. В этом случае требуется описание процесса ЭП меньшим числом обобщенных характеристик, которые отражают внутренние объективно существующие закономерности, не поддающиеся непосредственному наблюдению.

Отмеченные особенности приводят к необходимости применять при оценке состояний режимов ПЭЭ горных предприятий методы, позволяющие получать решения в условиях неполной информации при снижении размерности исходных данных («сжатие» информации) о изучаемом процессе [1]. В этом случае возникают задачи анализа данных об ЭП, решение которых основано на применении методов факторного анализа и установлении типологии изучаемых объектов. Сущность указанных методов состоит в том, что при помощи ортогональных преобразований находится наилучшая проекция совокупности точек наблюдения в пространстве меньшей размерности.

Как показывают исследования значительное число технологических электроприёмников горных предприятий формируют энергетические режимы, имеющие неоднородный (с точки зрения распределения вероятностей) характер. В этом случае распределения вероятностей значений признаков исходной статистической информации и преобразованной («сжатой») информации в процессах ПЭЭ имеют полимодальный характер. Это обстоятельство вносит определённые трудности при моделировании процессов ПЭЭ.

В указанном аспекте оценка состояния процесса ЭП при всём многообразии моделей анализа опирается на положение, заключающееся в том, что при обследовании или эксперименте, когда эмпирический материал содержит большое число параметров, многие из них объединены корреляционными связями между собой. Это объясняется тем, что наблюдаемые «внешние» параметры лишь косвенно характеризуют процесс ЭП. Наряду с большим числом «внешних» параметров (факторов) существует небольшое число «внутренних» («существенных») параметров. Эти «внутренние» параметры трудно или невозможно измерить, но они определяют поведение «внешних» параметров. Нахождение этих гипотетических существенных параметров и является целью анализа состояния процесса ПЭЭ.

Основываясь на вышеизложенных позициях, можно выделить различные множества (параметров), обуславливающих процесс ПЭЭ. К числу этих множеств относятся группы факторов горно-геологического, горно-технологического, климато-метеорологического, электроэнергетического, организационного характера.

Список литературы

1. Розен В.П. Оцінювання енергоефективності електроспоживання вугільних шахт [Текст] / В.П. Розен, Л.В. Давиденко, В.І. Волинець // Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах: Матеріали IV-ої міжнародної науково-технічної конференції – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2012. – С. 130 – 132.

О.В. ОМЕЛЬЧЕНКО, О.О. УДОВЕНКО, кандидати техн. наук., доц.,
Р.В. СІЯНКО, магістрант, Криворізький національний університет

АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ШАХТНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ

На більшості гірничих підприємств України в контактних електровозах використовують тяговий привід постійного струму, регулювання напруги в якому здійснюють реостатним методом.

Такий спосіб керування призводить до значних втрат електроенергії на реостаті, розмір яких складає 25-50 % від загального споживання.

Цей фактор, а також невисока надійність двигунів постійного струму є величезними недоліками використання ТЕП постійного струму.

Враховуючи світову практику, одним із шляхів рішення зазначених проблем є використання тягових асинхронних двигунів (ТАД) з короткозамкненим ротором.

Їх живлення буде забезпечуватись частотно-регульованим IGBT інвертором.

Для порівняння в якості базового прийняли традиційний варіант ТЕП з трифазним ТАД, обмотки якого з'єднані в зірку і живляться від трифазного IGBT-транзисторного інвертора з векторною ШІМ напругою, сформованою за синусоїдальним законом (позначення ТАП-3 λ).

Другий варіант ТЕП трифазний ТАД, обмотки якого утворюють схему розімкненого трикутника, і живиться від трьох однофазних інверторів (позначення ТАП-3 Δ).

Третій варіант ТЕП складається з двофазного ТАД, обмотки якого живляться від двох однофазних інверторів (рис. 1) (позначення ТАП-2).

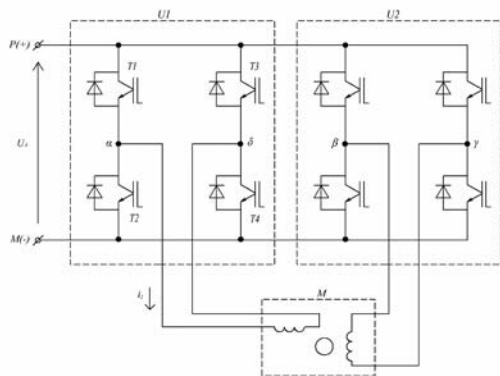


Рис. 1. Спрощена структура варіанта ТАП-2

Четвертий варіант ТЕП складений з двофазного ТАД, обмотки якого живляться від своїх комбінованих транзисторно-тиристорних перетворювачів (позначення ТАП-комбі).

Для кожного варіанту розраховані показники: ΔP - втрати потужності, η - коефіцієнт корисної дії, V - об'єм перетворювача, H - показник надійності, S - вартість.

Таблиця 1

Результати розрахунків показників варіантів ТАП

Системи	Показники, в.о.				
	ΔP	η	V	H	S
ТАП-3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ТАП-3	0,39	1,016	0,59	2,0	1,34
ТАП-2	0,48	1,014	0,65	1,33	0,89
ТАП-комбі	1,46	0,987	1,31	0,77	0,48

Список літератури

1. Сінчук О.М. Випробування асинхронного тягового електропривода рудникового контактено-акумуляторного електровоза / О. М. Сінчук, Д. А. Шокарев, Є. І. Скапа, І. О. Сінчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – Вип. 6. – С. 49-52.

2. Гусевський Ю. І. Розрахунок фазних струмів двофазної системи «автономний інвертор напруги – асинхронний електродвигун».

В.А. КОЛЬСУН, канд. техн. наук, доц. Д.В. РИЖЕНКОВ, аспірант,
В.М. МАКОДЗЬОБ, аспірант, О.М. КУЛИК, магістр
Криворізький національний університет

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ В АСПЕКТІ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

На сучасних промислових підприємствах, у комунальному господарстві та транспорті більшу частину електроенергії споживає електропривод (ЕП) виробничих установок. Виникає принципова необхідність підвищення його енергетичної ефективності та забезпечення регулювання технологічного процесу, що зумовлює застосування регульованого ЕП.

Проте використання регульованих асинхронних ЕП призводить до генерування вищих гармонічних складових та спотворення синусоїдальної форми напруги та струму. Генеровані потужним промисловим устаткуванням вищі гармоніки струму викликають додаткові втрати енергії в електричних мережах.

Використання напівпровідникових перетворювачів, що є основою регульованих ЕП, потребує використання додаткових технічних засобів для уникнення генерування в мережу гармонічних складових, та компенсації негативного впливу несинусоїдальної форми струму і напруги.

Огляд існуючих досліджень показав, що виникнення неактивних складових потужності обумовлена низкою причин. У поданих тезах розглядаються неактивні складові викликані зсувом струму стосовно напруги мережі живлення, спотворенням струму й відповідно спотворенням напруги.

У багатьох випадках, зокрема в гірничо-металургійному комплексі, спостерігається одночасна робота декількох перетворювачів частоти на одну мережу. Питання [1] електромеханічного й енергетичного зв'язку територіально розосереджених електроприводів, оцінки їх взаємного впливу є дуже важливими для потужних агрегатів, зв'язаних загальною мережею живлення. Умови реалізації енергозберігаючих заходів шляхом відключення технологічних установок вимагають вживання заходів не лише для полегшення пуску таких приводів, але і заходів, що викликають вплив на інші агрегати, в тому числі і територіально відокремлені. Відповідні проблеми виникають і під час керування енергетичними режимами таких приводів. Основними задачами даної роботи є вивчення впливу перетворювачів на мережу живлення, а також дослідження засобів запобігання цим явищам.

Коефіцієнт зсуву приблизно дорівнює 0,9, незважаючи на те, що первинна ланка перетворювача некерована. На особливу увагу заслуговує рівень гармонік струму.

Під час дослідження системи живлення дволанкових перетворювачів частоти та вивчення взаємовпливу окремих перетворювачів на мережу живлення виявлені значні спотворення форми струму та напруги, канонічні гармоніки мають досить великі значення, енергетичні показники низькі. Виявлено, що зазначений факт обумовлений значною ємністю в ланці постійного струму. Під час вирішення задач щодо підвищення енергетичних показників запропоноване використання паралельних активних фільтрів. Активні фільтри [2] мають ряд переваг перед іншими, проте одночасне застосування як активного, так і пасивного фільтру дозволило б досягти більшої ефективності.

Використання активних фільтрів дозволяє значно знизити рівень основних гармонік, максимально наблизити струм до синусоїдального та компенсувати реактивну потужність.

Енергетичні показники, у порівнянні зі схемою без компенсаційних пристроїв, значно вищі.

Список літератури

Бурлака В.В., Гулаков С.В., Бублик С.К., Дьяченко М.Д. Параллельный активный фильтр с повышенным коэффициентом подавления высших гармоник тока / В.В. Бурлака, С.В. Гулаков, С.К. Бублик, М.Д. Дьяченко // Вестник ПГТУ. – 2009.

Escobar G., Stankovic A. M., Cardenas V., Mattavelli P. A controller based on resonant filters for a series active filter used to compensate current harmonics and voltage unbalance / G. Escobar, A. M. Stankovic, V. Cardenas, P. Mattavelli // Conference on Control Applications Glasgow, Scotland, U.K. September 18 – 20. – 2002. – P. 7 – 12.

ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ КЕРУВАННЯ СЕРВОПРИВОДОМ НА БАЗІ СИНХРОННОЇ МАШИНИ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

Для сервосистем з синхронними двигунами з постійними магнітами необхідні сигнали зворотного зв'язку за положенням ротора та кутовою швидкістю. Традиційні підходи до вирішення цього завдання передбачають використання оптичного інкрементального, абсолютного або комбінованого енкодера. Для реалізації векторного керування системою приводу з синхронним двигуном з постійними магнітами, необхідно виконувати перетворення координат з трифазної системи до системи координат, що обертається.

Для здійснення такого перетворення необхідно використання абсолютного положення ротора, особливо при пуску двигуна. Таким чином, гарним рішенням є обладнання двигуна абсолютним енкодером, що здатний працювати з необхідною точністю та є зручним і надійним шляхом виміру поточного положення ротора. Крім того, абсолютний енкодер не тільки має очевидні переваги, що полягають в захищеності від впливу перешкод, зручності розташування, але й здатний видавати двійковий код абсолютного положення ротора, що робить його використання придатним для високоточних механічних приладів.

При роботі з низькою кутовою швидкістю цифровий сигнальний процесор не може оновлювати значення положення ротора на кожному інтервалі дискретності. Якщо сигнальний процесор не має змоги оновити значення положення ротора, то значення попереднього періоду, що залишається актуальним, має велику похибку по відношенню до реального значення. Це означає, що цифровий сигнальний процесор отримує недостовірну інформацію щодо кута повороту ротора. Тому виміряне значення, що представляє собою положення ротора на k -му інтервалі дискретності, повинно бути проігнороване системою керування. Існує два способи ігнорування значення виміру при зміні вектору стану системи.

Для стійкої системи шум системи можна розглядати, як постійний, отже, значення виміру може бути проігнороване. Це говорить про те, що існує значна похибка між реальним значенням положення ротора та його величиною, визначеною за допомогою цифрового сигнального процесора, а шум виміру є значним.

Таким чином, шум вимірювання встановлюється на рівні великої позитивної константи, що призводить до того, що коефіцієнт системи стає малим та приблизно дорівнює нулю. Відповідно до рівняння фільтру Калмана, на даному інтервалі дискретності вектор стану системи ігнорує сигнали виміру. Іншими словами, сигнал положення, що отримується за допомогою цифрового сигнального процесора, не використовується для коригування величини оцінки положення, а самоадаптивний спостерігач Калмана використовується в якості ідентифікатора положення та кутової швидкості.

Коли цифровий сигнальний процесор зчитує нове значення сигналу положення на періоді дискретності, це означає, що це значення є коректним, тобто виміряне значення можна використовувати у цей момент для оцінки вектору стану системи, а шум вимірювання розглядається як білий гаусовський шум.

Доповідь присвячено вирішенню питання підвищення точності керування синхронними машинами з постійними магнітами при наявності абсолютного чи інкрементального енкодера. Суть виконаних досліджень полягає в впровадженні у систему керування самоадаптивного спостерігача Калмана, що дозволяє суттєво покращити показники якості керування.

Список літератури

1. **Кобрин А.В.** Оценка задержки с помощью робастного фильтра Калмана / **А.В. Кобрин, Б.С. Тур** // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Техніка та електрофізика. – 2013. – № 27. – С. 76-82.
2. **Братусь О.В.** Побудова багатовимірної моделі на основі фільтра Калмана й аналіз алгоритмів оцінювання її параметрів / **О.В. Братусь, В.М. Подладчиков** // Наукові вісті Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – 2013. – № 5. – С. 28-34.
3. **Shi T., Wang Z., Changliang X.** Speed measurement error suppression for PMSM control system using self-adaptation Kalman observer // IEEE Transactions on industrial electronics, vol. 62, no. 5. – 2015. – pp. 2753-2763.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА БАЗІ БЕЗЩІТКОВОЇ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Розвиток електромеханічних систем транспортних засобів в значній мірі направлений на підвищення рівня їх енергоефективності. Пошук раціональних способів реалізації рекуперативного гальмування є одним з актуальних шляхів збільшення автономності електромобілів, оскільки дозволяє суттєво зменшити частку споживаної електроенергії протягом циклу руху. Одним з найбільш популярних типів двигунів, що використовуються в якості приводу транспортних засобів, є безщіткова машина постійного струму, в основі якої є синхронний двигун. Отже, розробка заходів ефективної реалізації рекуперативного гальмування електроприводами даного типу є актуальною задачею сьогодення.

Безщіткова машина постійного струму при роботі на низькій кутовій частоті не створює достатню величину протипоЕРС обмоток для заряду акумулятора, тобто в такому режимі відсутні умови для відновлення його заряду. Через наявність індуктивності обмоток в двигуні існують можливості для створення підвищуючого ланцюга. Для відновлення заряду акумулятора в такому режимі необхідно підняти напругу ланки постійного струму за допомогою індуктивності акумулятора. З цією метою необхідно закрити всі силові ключі, які підключені до позитивної шини ланки постійного струму, а управління ключами, підключеними до негативної шини, здійснювати за допомогою широтно - імпульсної модуляції.

Для дослідження режимів роботи електромобіля була складена математична модель в середовищі Matlab/Simulink. Управління здійснюється впливом на сигнал завдання електромагнітного моменту, який передається через компоненти трансмісії системи та здійснює рух транспортного засобу. Моделі окремих компонентів системного рівня були складені за допомогою емпіричних даних, які засновані на технічній документації, що надається виробниками компонентів або розрахунками, заснованих на основі паспортних даних, отриманих з літературних джерел.

Блок задатчика системи керування здійснює формування необхідного крутного моменту або заданого значення гальмівного моменту шляхом впливу на педаль прискорення або педаль гальма відповідно. Якщо водій бажає прискорити рух транспортного засобу, він впливає на педаль прискорення, а в залежності від рівня впливу на цю педаль формується відповідний сигнал крутного моменту. Рекуперативне гальмування починається тільки при натисканні на педаль гальма, а інтенсивність гальмування залежить від ступеня натискання педалі, яка пропорційна величині створюваного гальмівного моменту. Розроблена система керування містить блоки розділення гальмівного моменту, що виходить з позицій безпеки руху, енергоефективності та балансування координат електромобіля. За рахунок застосування нечіткого керування та ПД-регулятора система виконує розділення зусилля механічного гальмування та електричного рекуперативного. Керування за допомогою ПД-регулятора є досить поширеним методом у теорії автоматичного керування, проте воно не здатне створити необхідні умови по урахуванню таких параметрів, як заряд батареї, швидкість, інтенсивність гальмування і т.д. У розробленій системі використовується нечітке керування з трьома вхідними параметрами: швидкість, заряд батареї та інтенсивність гальмування.

Список літератури

1. **Смотров Е.А.** Оптимизация процесса торможения в электроприводах малых электротранспортных средств // **Е.А. Смотров, Д.В. Вершинин, В.Г. Герасимьяк** // Электротехнические и компьютерные системы. – К.: Техника, 2012. – №05(81). – С. 5-11.
2. **X. Nian** Regenerative braking system of electric vehicle driven by brushless DC motor / **X. Nian, F. Peng, H. Zhang** // IEEE Transactions on industrial electronics, vol. 61, no. 10, 2014. – pp. 5798-5808.
3. **Висин Н.Г.** Функциональная схема системы автоматического управления рекуперативным торможением для электровозов постоянного тока со статическими преобразователями / **Н.Г. Висин, Б.Т. Власенко, А.И. Кийко** // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2003. – Вип. 1. – С. 36-40.

ФІЛІППІ Ю.Б., канд.техн.наук, доц., А.В.БЕЛОУС, студент
Криворізький національний університет

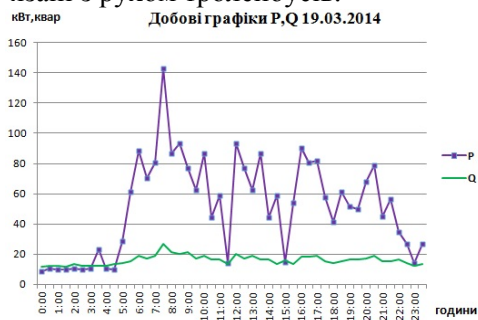
ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІ МІСЬКОГО ТРОЛЕЙБУСУ

Втрати енергії в системі електропостачання електротранспорту сягають 25% загального обсягу електроенергії, що ним споживається. Технічний стан рухомого складу, що експлуатується, значно впливає на витрати електроенергії. На переборення рухомим складом опору його руху витрачається більше 30% загальних витрат електроенергії

Використання регульованого електроприводу змінного та постійного струму в сучасних тролейбусах дозволяє суттєво підвищити надійність їх роботи, комфортність перевезення пасажирів та забезпечити енергозбереження.

На тягових тролейбусних підстанціях використовуються випрямлячі постійного струму, який в подальшому використовується або для живлення двигунів постійного струму, або після інвертування для живлення двигунів змінного струму. В якості випрямлячів для тягових підстанцій міського електричного транспорту застосовується комплект з перетворювальної секції випрямляча серії В -ТПЕД виробництва ЗАТ «Плутон».

З метою аналізу енергоспоживання був проведений аналіз добових графіків активної і реактивної потужності тягової підстанції "Гвардійська". На отриманих за допомогою АСКУЕ REALNET графіків, спостерігаються ранішні, денні і вечірні максимуми навантаження, які пов'язані з рухом тролейбусів.



Встановлено зростання втрат холостого ходу у зимовий час, що пов'язано з використанням нагрівальних приборів у приміщенні тягової підстанції. Можна бачити наявність зростання інтенсивності руху тролейбусів у нічний час для перевезення пасажирів ($2^{30} - 4^{00}$).

Порівняльний аналіз річних графіків за 2012-2014 рр. показав, що спостерігається зменшення у кожний місяць 2014 року у порівнянні з попередніми 2012 і 2013 роками. Це може бути пов'язано з використанням більш сучасних тролейбусів, оптимізацією їх руху, розробкою і впровадженням заходів з енергозбереження і т. ін. На річних графіках видно мінімальне споживання активної електроенергії у теплий час з квітня по вересень місяць і зростання її споживання у період з жовтня по березень місяць. Максимум споживання приходить на період з грудня по лютий місяць.

На розрахованих графіках спостерігається зменшення споживання активної електроенергії у період з березня по вересень призводить до зменшення і втрат активної електроенергії. Але зміна втрат незначна через те, що перша складова, що визначається втратами в сталі, відносно постійна і значно більша ніж друга складова, яка визначається коефіцієнтом завантаження силового трансформатора. Цей коефіцієнт незначний і складає $k_3=0,026 \div 0,040$ через те, що трансформатор встановлений зі значним запасом по потужності. При експлуатації тролейбусів з тяговим електроприводом як постійного, так і змінного струму необхідно впроваджувати заходи з енергозбереження на основі енергоаудиту.

Список літератури

1. Аулін В.В., Плохов І.О., Голуб Д.В. Зв'язок потужності споживаної тролейбусом електроенергії із перевезеною кількістю пасажирів та характеристиками маршруту // Автомобильный транспорт – 2014. - №34. – С. 93-100.
2. Далека В.Х. Наукові основи ресурсозбереження при експлуатації міського електричного транспорту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.13.22 „Управління проектами та розвиток виробництва”. – Київ, 2005. – 40 с.

**ПОКРАЩЕННЯ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ В РУДНИЧНИХ ЕЛЕКТРОВОЗАХ
ЗА ДОПОМОГОЮ КОМБІНОВАНОГО ПРИВОДУ**

Застосування лінійного приводу у якості основного та єдиного приводу транспортного засобу з відносно низькою швидкістю руху (до яких відносяться рудничні електровози) не доцільно, особливо при великих відстанях транспортування та відносно великій величині повітряного зазору між індуктором та реактивним елементом.

Таким чином, є розумним застосування комбінованої системи приводу рудничних електровозів яка складається з основного приводу традиційно конструкції та працюючого в тривалому режимі та допоміжного привода від лінійного двигуна, який працює в імпульсному режимі, вмикаючись при зниженні тягових властивостей основного приводу та відключаючись при їх відновленні. Така система володіє перевагами обох типів приводу, використовуючи їх в найбільш раціональному режимі.

При використанні комбінованого приводу сумарна сила, прикладена до електровозу, може перевищувати величину сили зчеплення, що забезпечує підвищення тягових властивостей рудничного електровоза.

Наявність додаткового зусилля тяжіння між індуктором ЛД, який встановлюється безпосередньо на електровозе, та вторинним елементом який встановлюють уздовж рельсового шляху, у випадку виготовлення останнього із феромагнітного матеріалу збільшується сила тяги електровоза та зменшується пробуксовки за рахунок збільшення зчіпної ваги.

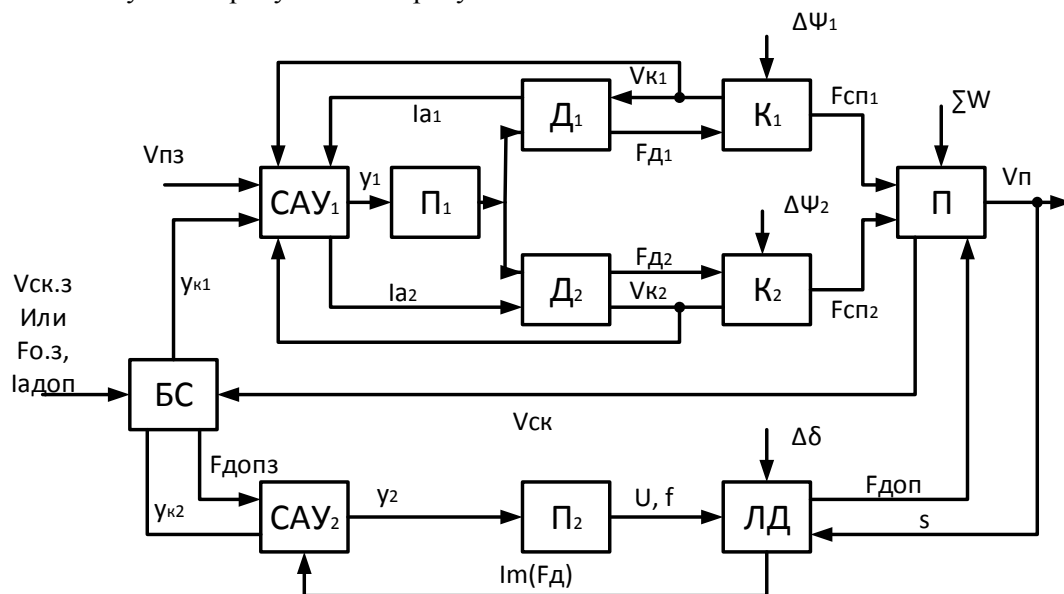


Рис. 1. Функціональна схема автоматизованого комбінованого приводу рудничного електровоза

Схема включає в себе: 1 - основний привід; 2 - допоміжний привід; 3 - рудничний поїзд П;
4 - блок узгодження БС.

Список літератури

1. Коржев А. А. Система автоматического управления комбинированным приводом рудничного электровоза // Системы управления и информационные технологии: Междун. сб. научн. трудов. Вып. 10. Воронеж: «Научная книга», 2003, стр. 108-111.
2. Свечарник Д. В. Линейный электропривод, М., Энергия, 1979.

М. М. ГРАЧОВ, студент, Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ РУДНИКОВИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ НА ПРЕДМЕТ ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ГАЛЬМУВАННЯ

Причиною неможливості переведення електроприводу в гальмівний режим, а також причиною втрати керуваності, що істотно знижує надійність і ефективність гальмування тягового електроприводу можуть служити, так звані, зникнення і зниження напруги живлення на струмознімачах в процесі руху рудничного електровозу.

Тому, для побудови надійної системи керування електроприводом рудничного електровозу, важливою складовою є визначення граничних умов можливості переходу роботи електроприводу із режиму тяги в режим динамічного гальмування.

На практиці, для вирішення цієї задачі застосовують різні методи. Найбільше поширення отримали методи, які базуються на використуванні енергії, що накопичується у конденсаторі вхідного фільтру, або використовують можливості системи керування.

Дійсно, в імпульсних системах керування тяговим приводом транспортних засобів, які живляться від контактної мережі, цілком резонно, в періоди можливих порушень нормальних умов струмознімання, використовувати для живлення ланцюгів заряд, що накопичується в конденсаторах вхідних фільтрів, що застосовуються для згладжування пульсацій змінної складової струму мережі. Двигун в цьому випадку необхідно переводити в режим вільного вибігу.

У міру зниження напруги на обкладках конденсатора від початкового рівня до якогось критичного рівня, нижче якого окремі вузли системі керування втрачають працездатність, забезпечується безвідмовне функціонування електроприводу.

Час, протягом якого система управління працює за рахунок енергії, запасеної конденсатором, при зниженні напруги на ньому до критичного рівня, має вибиратися з умов забезпечення працездатності системи керування при зникненні напруги на струмознімачі, та може досягати декількох секунд.

Напруга на конденсаторі описується добутком косинусоїдальної і експоненційної функцією, тобто має характер вільних згасаючих коливань.

Таким чином, під час привідного стану імпульсного регулятора, конденсатор розряджається на активний опір обмотки збудження і створює в ній струм який змінюється відповідно до вираження.

Для того щоб проаналізувати час розряду конденсатора до рівня $U_{2нг}$ при різних значеннях його ємності, необхідно виробляти послідовність розрахунків для кожного імпульсного циклу. При цьому необхідно враховувати, що для забезпечення безаварійного переключення електроприводу в гальмівний режим має виконуватися умова $t_{р2} \geq t_{пер}$.

Таким чином, отримані математичні вирази для визначення параметрів системи при початковому збудженні ТД в режимі гальмування зарядом конденсатора вхідного фільтра, що дозволить оцінити тривалість часу ефективного регулювання струму збудження, в залежності від ємності конденсатора, комутованого струму збудження, початкової напруги на конденсаторі.

З аналізу електромагнітних процесів у тягових двигунах рудничних електровозів при переході системи електроприводу з режиму тяги у режим гальмування була встановлена залежність, що дозволяє зробити оцінку граничних умов переходу з режиму тяги у режим гальмування в залежності від ряду факторів, які враховують конструктивні особливості системи електроприводу та початкові умови у колі гальмування.

Список літератури

1. Волотковский С.А. Рудничная электровозная тяга. -М.: Недра, 1981. - 389с.
2. Синчук О.Н., Чумак В.В., Ершов О.В. Импульсные системы управления и защита на рудничном электровозном транспорте. Монография – АДЕФ – Украина, 1998. – 280 с.

Е.С. ГУЗОВ, канд. техн. наук, проф., І.О. СІНЧУК, канд. техн. наук, доц.,
Д.О. КАЛЬМУС, асистент, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ РУДНИКОВИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ В РЕЖИМІ ГАЛЬМУВАННЯ

Аналіз парку електричних машин сучасних підприємств показує, що найбільш поширеними залишаються двигуни постійного струму з послідовною обмоткою збудження. Наряду з існуючими перевагами яких, основним недоліком залишається складність переходу останніх в режим гальмування, та пов'язані з цим незручності в роботі транспортного засобу.

Особливо це проявляється при маневрових роботах, коли відбувається завантаження або розвантаження гірської породи у вагонетки. Тоді час роботи двигунів у режимі гальмування сягає понад 50 % загального часу. Саме тому режимам гальмування у процесі електровозного відкочування приділяється особлива увага, адже ефективне функціонування електричного обладнання електровозу без врахування особливостей цього режиму неможливе.

Досить ефективним видом електричного гальмування тягових двигунів (ТД) постійного струму послідовного збудження тягових електроприводів рудникових електровозів (РЕ) як з реостатним способом керування рівнем напруги на затискачах двигуна, так і імпульсному є електродинамічне. Однак область його дії обмежена, та визначається за умови самозбудження ТД. А при реостатному гальмуванні, ще й спостерігається значне відхилення середнього значення струму гальмування від максимально припустимого. Тому, виникає потреба у гальмуванні локомотива механічними засобами протягом усього процесу електричного гальмування. Крім того, слід зазначити, що механічне гальмування РЕ необхідно для повної зупинки поїзда, при низькій швидкості руху, коли не настає самозбудження двигунів. Отже, як при реостатному, так і при імпульсному регулюванні рівня напруги на затискачах ТД послідовного збудження гальмування останніх настає тільки при частотах обертання перевищуючих критичне значення.

Аналіз досліджень показує, що надійне самозбудження ТД можна забезпечити шляхом створення початкового струму якоря.

Дійсно, початкове збудження ТД у режимі електродинамічного гальмування дозволяє значно зменшити інтервал швидкостей руху РЕ, при яким не відбувається самозбудження ТД.

Тому виникає потреба провести аналіз електромагнітних процесів у двигуні постійного струму з послідовною обмоткою збудження при електричному гальмуванні ТД РЕ.

Слід зазначити що дослідження електромагнітних процесів даного виду електричних двигунів ускладнене, тим що в двигунах послідовного збудження магніторушійна сила, як наслідок, і магнітний потік змінюється із зміною струму якоря. Тому до системи рівнянь, що описує електромагнітні процеси, додають математичний вираз кривої, що більш наближена до вигляду графіка залежності магнітного потоку від струму якоря двигуна, що дає змогу побудувати поверхні залежності швидкості протікання електромагнітних процесів у колі якоря двигуна від різних факторів (початковий струм, частота обертання, значення додаткового опору). Завдяки чому можна зробити висновки, щодо доцільності застосування того, чи іншого режиму гальмування у відповідності до початкових умов. Що дає змогу суттєво повисити надійність роботи системи гальмування, що у свою чергу поліпшує роботу РЕ в цілому.

Доповідь присвячено підвищенню ефективності роботи РЕ в режимі гальмування.

Список літератури

1. **Волотковський С.А.** Рудничная электровозная тяга. -М.: Недра, 1981. - 389с.
2. **Синчук О.Н.** Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов / О.Н. Синчук, И.О. Синчук, Н.Н. Юрченко, А.А. Чернышов, О.А. Удовенко, О.В. Пасько, Э.С. Гузов. Научное издание. – Київ: ІЕДНАУ, 2006. – 252с.
3. **Тихменев Б.Н., Трахтман Л.Н.** Подвижной состав электрифицированных железных дорог. - .М.: Транспорт, 1980. - 471 с.
4. **Зеленов А.Б.** Теория электропривода. Часть 1. Алчевск: ИПЦ «Ладо», ДонГТУ, 2005.
5. **Алексеев Н.И.** Оптимизация систем электрической тяги в подземных выработках шахт. - М.: Недра, 1979. - 252 с.

Д. О. КАЛЬМУС, асистент, І. І. КОВАЛЕНКО, студент,
Криворізький національний університет

СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ТЯГОВИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ІЗ ЗБЕРЕЖЕННЯМ КЕРОВАНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

В теперешній час незважаючи на велике різноманіття існуючих способів і пристроїв, що підвищують ефективність функціонування контактних РЕ питання надійної роботи останніх при порушеннях нормальних умов струмознімання мало опрацьований. Тому актуальним є напрямок раціонального використання технічних можливостей електрообладнання РЕ для запобігання аварійних режимів при збереженні керованості транспортного засобу. Зокрема накопичувальних конденсаторів вхідного фільтру, наприклад, використання їх в якості джерела живлення акумулює енергію обертових ТД в короткочасних гальмівних режимах.

При роботі РЕ можливі відхилення напруги живлення від номінального значення, в зв'язку з чим, при виконанні певних умов, можуть відбуватися передумови виникнення аварійних режимів, що знижують ефективність роботи РЕ. В даний час є ряд рішень, спрямованих на забезпечення безаварійного функціонування електроприводу в умовах знижень і зникнень напруги живлення. Це установка на електровозах спеціальних генераторів напруги, гальмування тягових двигунів при порушенні нормального режиму живлення, застосування контактнo-акумуляторних електровозів.

Зникнення напруги в мережі живлення найчастіше відбувається під час переходу електроприводу в режим гальмування, і є найбільш несприятливою ситуацією. При цьому, одночасно зі зменшенням напруги на конденсаторі, від якого в даному випадку живиться вся система управління, виникають імпульсні перешкоди, які є результатом перемикання комутаційної апаратури. У зв'язку з цим на час перемикання силових контакторів режиму тяги і режиму гальмування, в перебігу якого відбувається процес створення ініціюючого гальмівного струму, автоматично зменшується рівень максимальних пульсацій струму. Інформація про перемикання контакторів надходить на керуючий вхід, змінюючи в сторону зменшення його вихідну напругу, котра є опорною. За допомогою чого здійснює контроль співвідношення величини напруги пропорційного пульсаціям струму і напруги пропорційного рівню їх обмеження. При перевищенні струмом цього рівня, і при відсутності процесу перезарядження конденсатора, а також якщо струм в силовому ланцюзі двигуна наростає, то формується позачерговий імпульс на відмикання ключа. Якщо імпульс перешкоди виникає в керуючому ланцюзі в період закритого стану ІР, струм двигуна починає наростати. Таким чином оперативно розпізнається порушення нормального режиму роботи ІР на ранній стадії. При цьому також формується позачерговий коригувальний імпульс. Тому, в разі зникнення напруги в мережі живлення струм розряду конденсатора вхідного фільтру, під час створення ініціюючого гальмівного струму, не перевищує заданого рівня. З метою запобігання аварійних ситуацій, що можуть виникнути при тривалих зникненнях напруги живлення на струмознімачі транспортного засобу, необхідно зберігати керованість електроприводу при порушенні нормального режиму живлення. Для чого під час зникнень напруги живлення, режим роботи системи управління повинен вибиратися автоматично, виходячи з умов руху характеру зміни рівнів напруги на струмознімачі і конденсаторі.

Список літератури

1. **Волотковский С.А.** Рудничная электровозная тяга. -М.: Недра, 1981. - 389с.
2. **Синчук О.Н.** Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов / О.Н. Синчук, И.О. Синчук, Н.Н. Юрченко, А.А. Чернышов, О.А. Удовенко, О.В. Пасько, Э.С. Гузов. Научное издание. – Київ: ІЕДНАУ, 2006. – 252с.
3. **Тихменев Б.Н., Трахтман Л.Н.** Подвижный состав электрифицированных железных дорог. - М.: Транспорт, 1980. - 471 с.
4. **Алексеев Н.И.** Оптимизация систем электрической тяги в подземных выработках шахт. - М.: Недра, 1979. - 252 с.
5. **Синчук О.Н., Чумак В.В., Ершов О.В.** Импульсные системы управления и защита на рудничном электровозном транспорте. Монография – АДЕФ – Украина, 1998. – 280 с.

Е.С. ГУЗОВ, канд. техн. наук, проф, І.О. СІНЧУК, канд. техн. наук, доц.,
Д.О. КАЛЬМУС, асистент, М.І. ЛАГОДА, магістрант
Криворізький національний університет

ПРО ПЕРСПЕКТИВУ РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ РУДНИКОВИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ В РЕЖИМІ ГАЛЬМУВАННЯ

Найбільш широко на усіх типах електровозів використовуються електричні двигуни постійного струму (ТЕД ПС) послідовного збудження, які мають достатньо високий к.к.д., раціональні для цілей тяги електромеханічні характеристики, які дозволяють здійснювати регулювання частоти обертання якоря ТЕД ПС відносно простими засобами.

Найбільш ефективним з яких являється імпульсне регулювання [1]. Але, разом з тим, при застосуванні імпульсних систем, залишається не вирішеним ряд актуальних задач [2]. Одною з яких є підвищення ефективності процесу електричного гальмування [2]. Досить ефективним видом електричного гальмування тягових двигунів постійного струму послідовного збудження тягових електроприводів рудникових електровозів як з реостатним способом керування рівнем напруги на затискачах двигуна, так і імпульсному є електродинамічне. Однак область його дії обмежена, та визначається умовами самозбудження двигунів.

Однією з таких умов є збільшення залишкового магнітного потоку двигуна, а іншою те, що швидкість обертання повинна перевищувати критичне значення, при якому гальмування двигунів не наступає. І якщо виконання першої умови не викликає труднощів, і, як правило, забезпечується доволі простими схемними рішеннями, то для виконання другої умови намагаються різними методами зменшити значення критичної частоти обертання.

З практичної точки зору для рудникових електровозів можна виділити такі види гальмування, як електричне, механічне та комбінація цих способів. У свою чергу найбільш поширені методи електричного гальмування це противмикання та динамічне гальмування. Комбінація методів гальмування припускає чергування режимів з регулюванням часу їх тривалості.

У даній ситуації більш ефективно послідовне застосування окремих видів електричного гальмування. На першій стадії гальмування рудничного електровозу доцільно ініціювати струм двигунів від основного джерела живлення.

На другій стадії реалізується імпульсне електродинамічне гальмування тягових двигунів, коли при включеному керованому ключі утворюється контур динамічного гальмування без додаткового опору у колі, а при виключеному ключі контур динамічного гальмування з додатковим опором.

На кінцевому етапі гальмування рудничного електровозу, коли режим електродинамічного гальмування ТЕД ПС малоефективний доцільно максимально використовувати можливості противмикання тягових двигунів разом з механічним гальмуванням, при необхідності.

Проведений аналіз узагальненої структури тягового електроприводу дозволив виділити основні функції, які має виконувати алгоритм ефективного електричного гальмування:

управляти процесом електричного гальмування у всім діапазоні швидкості рудникових електровозів (включаючи зону ослаблення поля й зону зменшення струму якоря тягових двигунів для обмеження напруги між колекторними пластинами);

у процесі руху рудникових електровозів прогнозувати й запобігати відмовам системи електричного гальмування через можливі відхилення напруги мережі живлення від номінального значення;

переведення тягових двигунів у відповідний режим електричного гальмування, що є максимально ефективним у конкретних умовах процесу гальмування рудникових електровозів;

регулювання гальмового струму тягових двигунів за умовами зчеплення залежно від заданого уповільнення;

обмеження струму гальмування тягового електроприводу при перевантаженнях.

Список літератури

1. Синчук О.Н. Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов / О.Н. Синчук, И.О. Синчук, Н.Н. Юрченко, А.А. Чернышов, О.А. Удовенко, О.В. Пасько, Э.С. Гузов. Научное издание. – Київ: ІЕДНАУ, 2006. – 252с.

2. Синчук О.Н., Чумак В.В., Ершов О.В. Импульсные системы управления и защита на рудничном электровозном транспорте. Монография – АДЕФ – Україна, 1998. – 280 с.

А.А. ПЕТРИЧЕНКО, ассистент, Р.В. ЗИМАНКОВ, аспирант
Криворожский национальный университет

СПОСОБ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТ

Для защиты горнорабочих от поражений электрическим током в распределительных сетях до 1200В шахт и карьеров угольной и горнорудной промышленности по требованиям Правил Безопасности применяются аппараты защиты от токов утечки [1]. К сожалению, анализируемые аппараты защиты не соответствуют поставленным требованиям, что привело к появлению одной из основных проблем – электробезопасности горнорабочих [3]. Возникшую проблему возможно решить путем создания аппаратов защиты на переменном оперативном токе нестандартной частоты, так как он является универсальным видом оперативного тока, пригодным для всех типов и видов сетей.

В существующих сетях *практически* возможно достичь только *минимальную безопасность (МБ)* при соблюдении следующих условий:

$$a) g'_y \leq g'_{y.np} = \frac{I_{\partial л. \partial}}{U_{\phi}}; \quad б) \sqrt{G^2 + B^2} = \frac{I_{к. \partial}}{U_{\phi}} \text{ или } \frac{Q_{\partial on}}{t_q \cdot U_{\phi}} = \int_0^{t_q} i_q(t) dt / t_q \cdot U_{\phi}; \quad (1)$$

Условие (1,а) предотвращает возможность превышения длительно допустимого тока через человека $I_q \leq I_{\partial л. \partial}$, а условия (1,б) – не превышение кратковременного допустимого тока $I_{к. \partial}$.

Расчет величины уставок защиты, обеспечивающий МБ, осуществляется на основе нормируемых [2] значений токов $I_{\partial л. \partial}$ (1,а) и $I_{к. \partial}$ (1,б) по следующим выражениям:

$$a) I_q \leq I_{\partial л. \partial}; \quad б) r'_{y.np} \leq r'_{y.ct} = U_{\phi} / I_{\partial л. \partial} = U_{\phi} (B) / 25 (mA); \quad (2)$$

$$a) t_c \leq 0,2c; \quad б) I_{к. \partial} \leq 100 mA; \quad в) Q_{\partial on} = \int_0^{t_q} i_q(t) dt \leq 50 mA \cdot c; \quad (3)$$

Для косвенного контроля тока утечки через тело человека (3а) по сопротивлению однофазной утечки (3б) необходимо создать измерительную функцию переменного оперативного тока нестандартной частоты и выполнить функциональные преобразования над ней для получения измерительных функций параметров контроля и выполнения условий достижения МБ (1,а), (1,б), (2), (3). Ниже на рис. 1 представлен вариант авторской структурной схемы необходимых функциональных преобразований над измерительной функцией контроля условий МБ на переменном оперативном токе.

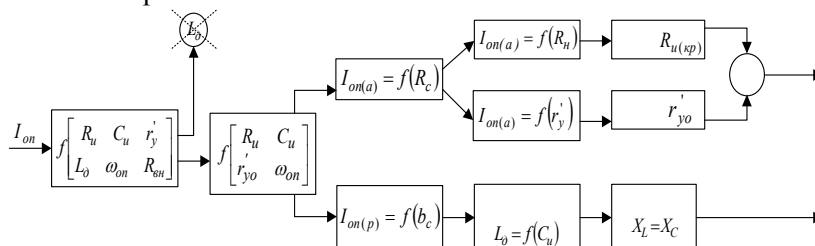


Рис. 1. Структурная схема функциональных преобразований измерительной функции защиты

Выполнение поставленных функциональных преобразований измерительной функции обеспечивает

качественное выделение активной и емкостной составляющей оперативного тока и дальнейшую компенсацию емкости сети, в результате при защитном отключении все нормы МБ на всех участках комбинированной сети соответствуют требованиям ГОСТ ССБТ 12.1.038-82.

Список літератури

1. Единые Правила Безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений подземным способом. –К.: Техника, 2009.- 385с.
2. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения прикосновения и токов. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 2003.
3. Сиччук О.Н., Ликаренко А.Г., Петриченко А.А. Исследование защитных характеристик аппаратов защиты от токов утечки на постоянном оперативном токе в условиях дестабилизирующих факторов рудничных комбинированных сетей // Гірничя електромеханіка та автоматика.-2015.-№94.-с.3-12.

В. В. ОНИЩЕНКО, студент, Криворізький національний університет

ПЕРСПЕКТИВИ БЕЗАВАРІЙНОЇ РОБОТИ РУДНИКОВИХ КОНТАКТНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ В УМОВАХ ПОГІРШЕННЯ КОНТАКТУ "СТРУМОЗНІМАЧ - МЕРЕЖА"

Нерідко можливі значні відхилення рівня живлячої напруги від номінального значення, при електропостачанні рудничної електровозної відкатки. Особливо несприятливо на роботі імпульсних систем управління РЕ позначаються зниження і спотворення напруги на струмознімачах електроприводу. При цьому, деякий час, апаратура системи управління живиться за рахунок енергії заряду конденсатора вхідного фільтра. Однак, тривале зникнення напруги живлення призводить до втрати управління електроприводом, виключаючи тим самим можливість переведення двигунів в режим гальмування, а в разі необхідності екстреного гальмування можуть привести до аварійної ситуації.

Аналіз основних відомих схем електричного гальмування ТД РЕ показує, що основними причинами зниження рівня напруги на конденсаторі є відключення напруги живлення на підстанції; посадка напруги в результаті зосередження навантаження на окремих секціях контактної мережі; порушення контакту між струмознімачем електропривода і контактним проводом мережі живлення.

Найбільші труднощі при здійсненні гальмування контактних РЕ виникають при низькій частоті обертання ТД і відсутності напруги на струмознімачах. В даний час відомий ряд шляхів рішення вище поставленого завдання. Проте існуючі системи гальмування тягового приводу РЕ з ІР, не в повній мірі задовольняють вимоги накладені специфікою рудничної електровозної відкатки. Так, наприклад, рішенням багатьох питань по автоматизації процесів управління, та забезпечення безпеки руху, підвищення ефективності та надійності може бути встановлення згладжуючих дроселів, автономних джерел живлення оперативних ланцюгів системи (акумуляторів, спеціальних генераторів напруги) і т.п. Однак, ця задача ускладнена відсутністю вільного простору для розміщення додаткового електроустаткування. Це викликає необхідність пошуку інших шляхів підвищення ефективності функціонування систем управління РЕ, та зводиться до розробки нових прогресивних засобів управління. Підвищення ефективності функціонування приводу РЕ в режимі гальмування не повинно супроводжуватися значним збільшенням габаритів системи, а також переведення ТД в режим гальмування і сам процес гальмування повинен здійснюватися з мінімальними витратами часу. Доповідь присвячено перспективам безаварійної роботи рудникових контактних електровозів в умовах погіршення контакту «струмознімач – мережа», аналізу можливих причин зниження рівня напруги живлення контактного рудникового електровозу, встановленню факторів, що впливають на роботу електроприводу в режимі тяги та гальмування.

Список літератури

1. **Волотковський С.А.** Рудничная электровозная тяга. -М.: Недра, 1981. - 389с.
2. **Синчук О.Н.** Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов / **О.Н. Синчук, И.О. Синчук, Н.Н. Юрченко, А.А. Чернышов, О.А. Удовенко, О.В. Пасько, Э.С. Гузов.** Научное издание. – Київ: ІЕДНАУ, 2006. – 252с.
3. **Тихменев Б.Н., Трахтман Л.Н.** Подвижной состав электрифицированных железных дорог. - М.: Транспорт, 1980. - 471 с.
4. **Алексеев Н.И.** Оптимизация систем электрической тяги в подземных выработках шахт. - М.: Недра, 1979. - 252 с.
5. **Синчук О.Н., Чумак В.В., Ершов О.В.** Импульсные системы управления и защита на рудничном электровозном транспорте. Монография – АДЕФ – Украина, 1998. – 280 с.
6. **Бирзникс Л.В.** Импульсные преобразователи постоянного тока. - М.: Энергия, 1974. - 256 с.
7. **Грищенко А.В., Козаченко Е.В.** Новые электрические машины локомотивов: Учебное пособие для вузов ж.д. транспорта. – М.: ГОУ: Учебно-методический центр по оборудованию на железнодорожном транспорте, 2008. – 271 с.
8. Основы электрического транспорта: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / (**М.А. Слепцов, Г.П. Долаберидзе, А.В. Прокопович и др.**); под общ. ред. **М.А. Слепцова.** – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 464 с.

ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ТА ВЕНТИЛЬНИХ РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ ДЛЯ ГІБРИДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Внаслідок підвищеної енергетичної ефективності та низького значення показника вартість/шлях, електричні транспортні засоби та гібридні електричні транспортні засоби привертають до себе все більшу увагу. Для задоволення вимог щодо електроприводу двигуни електричних транспортних засобів та гібридних електричних транспортних засобів повинні задовольняти специфічні вимоги щодо продуктивності та ефективності. Це призводить до необхідності відпрацювання чітких критеріїв вибору електричних двигунів.

У роботі виконано розробку критеріїв порівняння, що можуть бути використані при аналізі синхронних двигунів з постійними магнітами з розподіленими обмотками та зосередженими обмотками, асинхронних двигунів та вентильних реактивних двигунів для електричних транспортних приводів та гібридних транспортних засобів. Для проектування конструкції асинхронного двигуна використовувався метод кінцевих елементів. Для урахування нелінійних параметрів машини та досягнення високого рівня ефективності двигунів, оптимальні траєкторії струму отримані для розширеної моделі синхронних двигунів з постійними магнітами та асинхронних. Додаткові критерії порівняння з урахуванням показників шуму та вібрацій також враховано при узагальненому аналізі.

Для вирішення зазначених проблем є необхідною розробка та детальне порівняння різних типів двигунів. Тим не менш, є недоцільним побудова прототипів усіх типів машин та виконання порівняння експериментальним шляхом, тому для проведення аналізу ми використали пакет програм ANSYS для моделювання методом кінцевих елементів. Для порівняння обрано чотири типові топології тягових двигунів, включаючи 8-полюсний 48-пазний синхронний двигун з інкорпорованими постійними магнітами, синхронний двигун з 8 полюсами та 12 пазами, асинхронний двигун з 48 пазами та 36 стержнями ротора та 12/8 вентильний реактивний двигун. У роботі 48/8 синхронний двигун з інкорпорованими постійними магнітами, що використовується у другому поколінні Toyota Prius обрано в якості базового двигуна, який має максимальний момент при базовій частоті обертання (визначає продуктивність транспортного засобу при запуску або при русі на пагорб) та високий момент при максимальній частоті обертання (обмежує швидкість транспортного засобу на шосе). Інші три двигуна, що приймають участь у порівнянні, розраховані виходячи з вимогам механічної характеристики двигуна Prius, що створюють розумні та справедливі умови щодо порівняння цих типів двигунів.

Для досягнення високої енергоефективності, використовуємо векторне керування для різних типів двигунів. Для визначення оптимальних значень струмових проекцій i_d , i_q , які забезпечують виконання вимог щодо не перевищення струму в обмотках та напруги, що живить їх, при двозонному керуванні розроблено розрахунковий алгоритм, що складається з наступних кроків: 1) подача струму в обмотки машини; 2) визначення змінних стану струмових проекцій; 3) зображення робочої точки на площині, що відображає струмове обмеження, та обмеження за напругою статора двигуна; 4) знаходження оптимальних величин струмових проекцій i_d , i_q . Моделювання та аналітичний аналіз підтверджує унікальну особливість кожної системи для приводів електричного транспорту та гібридних електромеханічних систем. Для кожного з двигунів знайдена область максимального ККД знаходиться в різних частинах механічної характеристики при визначених критеріях. Геометрія статорних пазів, комбінація пазів та полюсів, а також закон керування впливають на показники вібрації та шуму.

Список літератури

1. **Зинченко Е.Е.** Сравнение характеристик вентиляльного реактивного двигателя при его питании от коммутаторов по схемам Миллера и асимметричного моста / **Е.Е. Зинченко, В.Б. Финкельштейн** // *Електротехніка і електромеханіка*. – 2012. – № 1. – С. 33-35.
2. **Нестеренко В.И.** Экспериментальное определение динамических параметров тягового привода транспортного средства // *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. – 2005. – Вип. 8. – С. 86-87.

И.О. СИНЧУК канд. техн. наук, доц., И.В. КАСАТКИНА канд. техн. наук, доц.
А.Н. ЯЛОВАЯ аспирант, Криворожский национальный университет
Н.Н.ЮРЧЕНКО д-р техн. наук, проф., Институт электродинамики НАН Украины

О НАПРАВЛЕНИЯХ СНИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГОЗАТРАТ В ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТАХ

За последние 10 лет энергозатраты в общем сегменте себестоимости добываемого железорудного сырья (ЖРС) отечественными горнорудными предприятиями с подземным способом добычи в целом достигли уровня 30% [1]. Установлено [2,3], что около 90% от общих энергозатрат в себестоимости добываемого ЖРС подземным способом составляют электроэнергетические, т.е. задача уменьшения себестоимости добываемого железорудного сырья по сути сводится к задаче уменьшения или, что точнее, оптимизации энергозатрат при добыче, которые за период 2005 – 2014 г. увеличились на 18% и имеют негативную тенденцию дальнейшего увеличения [3,4].

Результаты исследований показали, что реальными направлениями повышения электроэффективности действующих железорудных шахт являются: модернизация систем электроснабжения и оптимизация процессов энергопотребления с возможностью адаптивного управления этими процессами.

Рассмотрены методы оценки закономерностей влияния комплекса технических и технологических факторов на уровень потребления электрической энергии и обоснование выбора направлений повышения энергоэффективности добычи железорудного сырья в условиях подземных горнорудных предприятий. Предложен комплексный подход к решению задачи повышения электроэнергоэффективности добычи ЖРС путем применения системы контроля, оценки и управления этим процессом с учетом обоснованных прогнозных технологических слагаемых, который позволит достичь желаемого эффекта в анализируемой проблеме – сокращения уровня потребления электрической энергии. Для реального снижения удельных показателей расхода электрической энергии на тонну добываемого железорудного сырья отечественными горнорудными предприятиями необходимо:

оценить дифференцированно возможности корректировки уровней потребления электрической энергии в функциях ряда переменных факторов, влияющих на все слагаемые комплекса: электроснабжение – электропотребление как объекта регулирования каждой отдельно взятой шахты;

внедрить в практику работы горнорудных предприятий систему контроля, учета и управления процессом потребления электрической энергии в комплексе АСУ технологическим процессом как по отдельно взятой шахте так и при необходимости по производственным объединениям, (комбинатам) в целом. Предложенный в работе подход к комплексному решению задачи повышения электроэнергоэффективности добычи ЖРС путем применения системы контроля, оценки и управления этим процессом с учетом ранее обоснованных прогнозных технологических слагаемых позволит достичь желаемого эффекта в анализируемой проблеме – сокращении уровня потребления электрической энергии.

Список литературы

1. **Синчук И.О.** Потенциал электроэнергоэффективности и пути его реализации на производствах с подземными способами добычи железорудного сырья. Монография [Текст] / **И.О. Синчук, Э.С. Гузов, А.Н. Ялова, С.Н. Бойко** // под ред. докт. техн. наук, профессора О.Н. Синчука. – Кременчуг: Изд. ЧП Щербатых А.В, 2015. – 296 с.
2. **Пархоменко Р.А.** К вопросу оценки процесса электропотребления горнорудных предприятий в условиях неопределенности и неполноты информации [Текст] / **М.А. Баулина, Р.А. Пархоменко, А.Н. Ялова** // Электромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації: Збірник матеріалів конференції Міжнародної 3 науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів. – Кременчуг: КрНУ, 2013. – С.190-191.
3. **Синчук О.Н.** Метод оцінювання ефективності споживання електричної енергії залізородними підприємствами [Текст] / **О.Н. Синчук, І.О. Синчук, Т.М. Берідзе, А.М. Ялова** // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – Одеський НПУ. – 2013. – С.49-57.
4. **Ялова А.М.** Споживання електричної енергії та вплив на цей процес системи чинників формування факторного простору в умовах залізородних підприємств [Текст] / **А.М. Ялова** // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Збірник наукових праць кіровоградського національного технічного університету. – Кіровоград, 2014 – Випуск 27, частина II. – С.339-349.

ЗАСТОСУВАННЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРІВ В ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ

У зв'язку із розвитком потужних силових конденсаторів (іоністорів) та відносно невисокою їх вартістю у відношенні із іншими накопичувачами, перспективним є ємнісні накопичувачі енергії. Іоністори являють собою високо ємнісні конденсатори із подвійним електричним шаром. На відміну від звичайних конденсаторів, іоністори мають характеристики, які дозволяють поєднувати велику потужність і значну енергію.

Визначення області застосування ємнісних накопичувачів, в якій можна отримати значний економічний ефект від впровадження даного виду накопичувача.

У даний час в багатьох роботах відзначаються позитивні якості суперконденсаторів (СК), які можуть ефективно застосовуватися для згладжування пікових струмів, що виникають в системах енергоживлення. Істотна увага приділяється застосуванню СК в системах з електрохімічними джерелами живлення (зокрема з

АКБ), що використовуються в якості основних у автономних транспортних засобах.

Основною перевагою є можливість досить швидко накопичувати заряд та віддавати його, витримуючи велику кількість циклів заряду-розряду без втрат робочих властивостей. Також до переваг слід віднести більше значення щільності запасаної енергії у розрахунку на одиницю об'єму. Енергія, яка запасається в конденсаторі, безпосередньо залежить від його ємності. Якщо ємність звичайного електролітичного конденсатора кілька мікрофарад, то іоністор такого ж розміру має ємність в кілька фарад. Група дослідників з університету Вандербілта

Vanderbilt University, Нашвілл Теннесі, розробила суперконденсатори на основі кремнію. Також існують суперконденсатори на основі деревної тріски, активованого вугілля.

Чи ефективно застосування суперконденсаторів в автомобілях? Кращим рішенням для автономного електротранспорту є використання комбінованого джерела електроживлення з паралельним з'єднанням акумулятора і СК. Суперконденсатор повинен забезпечувати запуск двигуна автомобіля і інші короткочасні (імпульсні) режими споживання великої потужності (зокрема, його розгін і підйом на піднесення, посилення низькочастотних звуків в аудіосистемі і т.п.), а акумулятор - тривале споживання електроенергії двигуном і іншим електроустаткуванням автомобіля без багаторазового збільшення споживаної потужності.

Одним з рішень є застосування суперконденсаторів (СК), які мають перевагу в порівнянні з АКБ при забезпеченні великих сплесків споживаної потужності завдяки їх високій питомій потужності і можливості швидкої зарядки. Отже, додавання СК до складу тягової системи ЕМ буде розвантажувати АКБ під час запуску електродвигуна (ЕД) і руху під ухил.

Алгоритм роботи: при рівномірному русі електромобіля єдиним джерелом енергії є акумуляторні батареї; при розгоні електромобіля потужність до коліс підводиться тільки від суперконденсатора; для внутрішньоміського ЕТ в разі повторного прискорення після набору постійної швидкості джерелом енергії є акумуляторні батареї, т.к. це пов'язано з певним обмеженням, що накладається на відношення маси гібридної енергоустановки до маси самого ЕМ; в разі реалізації комбінованої енергоустановки для електробуса і вантажного ЕМ при повторному прискоренні після набору постійної швидкості єдиним джерелом енергії є блок СК; при гальмуванні електромобіля кінетична енергія руху рекуперується в СК, акумулятор не бере участі в процесі рекуперації; при зниженні запасу енергії СК до критичного рівня відбувається його повна зарядка постійною потужністю від АКБ.

Висновки. Таким чином, суперконденсатори вельми перспективна розробка, тому що вони здатні запасати стільки ж енергії, скільки зберігається в нікель - металогідридних батареях. Запропонований алгоритм управління режимами роботи АКБ і СК в тяговій системі ЕМ забезпечує оптимальне і оперативне управління енергоспоживанням ЕД.

Список літератури

1. Астахов Ю.Н., Веников В.А., Тер-Газарян А.Г. Накопители энергии в электрических системах: Учеб. пособие для электроэнергет. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 159 с.
2. Бут Д.А., Алиевский Б.Л., Мизюрин С.Р., Васюкевич П.В. Накопители энергии: Учеб. пособие для вузов. Под ред. Д.А. Бута. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 400 с.

А.Б. СЬОМОЧКИН, канд. техн. наук, доц., ФЕДОТОВ В.О., ст. викладач,
Криворізький національний університет

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОДНОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ АМПЛІТУДНОМУ, ФАЗОВОМУ ТА ЧАСТОТНОМУ КЕРУВАННІ

Відомо, що мікродвигуни в наш час мають вельми широке розповсюдження. Асинхронні мікродвигуни – найдешевші при виготовленні, тому вони наймасовіші. Також для них стали доступні силові статичні перетворювачі. Тому практичний інтерес являють регульовальні характеристики систем асинхронних мікроприводів. Дослідимо вказані характеристики для амплітудного, фазового та частотного керування. Відомо, що номінальний режим роботи однофазного асинхронного мікродвигуна, з двома обмотками, забезпечується при постійному зсуві фаз 90 ел. град поміж синусоїдами струму обмоток. При амплітудному керуванні зсув фаз поміж напругами основної обмотки та обмотки збудження повинен складати 90 град, а амплітуда напруги на основній обмотці є регульованою. Далі, при фазовому керуванні змінюється зсув фаз поміж напругами основної обмотки та обмотки збудження, а амплітуда напруг на основній обмотці та обмотці збудження залишається незмінною. Остаточо, при частотному керуванні зсув фаз поміж напругами основної обмотки та обмотки збудження повинен дорівнюватися 90 град при будь-якої частоті живлячої напруги, яка є регульованою величиною.

На рис. 1, 2 та 3 наведені відповідні графіки струмів обмоток, швидкості та електромагнітного моменту при регулюванні амплітудним та частотним способом. Навантаження всіх випадків прийняте однаковим.

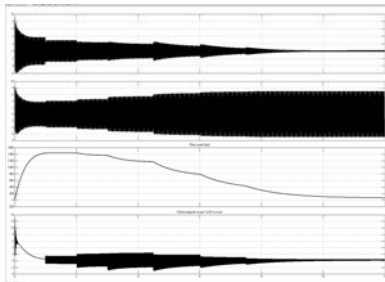


Рис. 1. Графіки струмів, швидкості та ЕМ моменту при амплітудному регулюванні

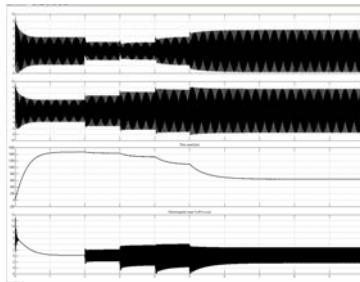


Рис. 2. Графіки струмів, швидкості та ЕМ моменту при фазовому регулюванні

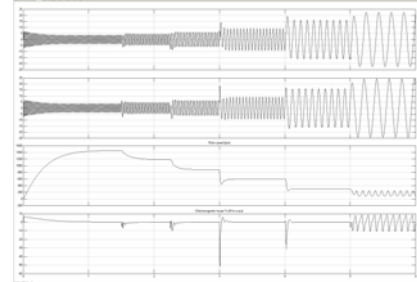


Рис. 3. Графіки струмів, швидкості та ЕМ моменту при амплітудному частотному регулюванні

Якщо спостерігати графіки при амплітудному керуванні, можна відмітити, що при регулюванні швидкості униз струм в обмотці збудження спадає майже до 0, а в обмотці керування – росте до величин, які мають однаковий порядок з пусковим струмом. Треба звернути увагу, що як при низької, так і при високої швидкості пульсації моменту мінімальні, що посвідчує правильний зсув фаз 90 град. Пульсації моменту у проміжних ділянках пов'язані з перехідними процесами пуску або зупину.

При фазовому керуванні регульовальна здатність не гірш ніж при амплітудному керуванні, але на одміну від амплітудного, струми значні (дорівнюються пусковим струмам) в обмотках ОАД при зниженні швидкості.

З графіків частотного керування можна побачити, що цей спосіб регулювання є найбільш раціональний. Але треба врахувати – щоб запобігти значному зростанню струмів в обмотках при зниженні частоти (що пов'язане зі зниженням індуктивного опору обмоток), треба одночасно з частотою регулювати амплітуди напруг живлення обмоток згідно закону $U/f = \text{const}$.

Викиди електромагнітного моменту на графіках рис. 3, не мають серйозного значення, тому що вони виникають через неузгодженість фаз синусоїд суміжних частот (в Матлабі дуже ускладнене створення плавного переходу суміжних синусоїд, в схемотехніці це зробити значно простіше).

І.А. КОЗАКЕВИЧ, ст. викладач, Р. А. ІЛЬЧЕНКО, студент,
Криворізький національний університет

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АСИНХРОННИХ, СИНХРОННИХ МАШИН З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ТА ВЕНТИЛЬНИХ РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ ДЛЯ ГІБРИДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Внаслідок підвищеної енергетичної ефективності та низького значення показника вартість/шлях, електричні та гібридні транспортні засоби привертають до себе все більшу увагу. Для задоволення вимог щодо електроприводу двигуни цих механізмів повинні задовольняти специфічні вимоги щодо продуктивності та ефективності. Це призводить до необхідності відпрацювання чітких критеріїв вибору електричних двигунів.

У роботі виконано розробку критеріїв порівняння, що можуть бути використані при аналізі синхронних двигунів з постійними магнітами з розподіленими обмотками та зосередженими обмотками, асинхронних двигунів та вентильних реактивних двигунів для електричних та гібридних транспортних засобів. Для проектування конструкції асинхронного двигуна використовувався метод кінцевих елементів. Для урахування нелінійних параметрів машини та досягнення високого рівня ефективності двигунів, оптимальні траєкторії струму отримані для розширеної моделі синхронних двигунів з постійними магнітами та асинхронних. Додаткові критерії порівняння з урахуванням показників шуму та вібрацій також враховано при узагальненому аналізі.

Для вирішення зазначених проблем є необхідною розробка та детальне порівняння різних типів двигунів. Тим не менш, є недоцільним побудова прототипів усіх типів машин та виконання порівняння експериментальним шляхом, тому для проведення аналізу використано пакет програм ANSYS для моделювання методом кінцевих елементів. Для порівняння обрано чотири типові топології тягових двигунів, включаючи 8-полюсний 48-пазний синхронний двигун з інкорпорованими постійними магнітами, синхронний двигун з 8 полюсами та 12 пазами, асинхронний двигун з 48 пазами та 36 стержнями ротора та 12/8 вентильний реактивний двигун. У роботі 48/8 синхронний двигун з інкорпорованими постійними магнітами, що використовується у другому поколінні Toyota Prius, обрано в якості базового двигуна, який має максимальний момент при базовій частоті обертання (визначає продуктивність транспортного засобу при запуску або при русі на пагорб) та високий момент при максимальній частоті обертання (обмежує швидкість транспортного засобу на шосе). Інші три двигуни, що приймають участь у порівнянні, розраховані виходячи з вимог механічної характеристики двигуна Prius, що створює розумні та справедливі умови щодо порівняння цих типів двигунів.

Для досягнення високої енергоефективності, використовуємо векторне керування для різних типів двигунів. Для визначення оптимальних значень струмових проекції i_d , i_q , які забезпечують виконання вимог щодо не перевищення струму в обмотках та напруги, що живить їх, при двозонному керуванні розроблено розрахунковий алгоритм, що складається з наступних кроків: 1) подача струму в обмотки машини; 2) визначення змінних стану струмових проекцій; 3) зображення робочої точки на площині, що відображає струмове обмеження, та обмеження за напругою статора двигуна; 4) знаходження оптимальних величин струмових проекцій i_d , i_q .

Моделювання та аналітичний аналіз підтверджує унікальну особливість кожної системи для приводів електричного транспорту та гібридних електромеханічних систем.

Для кожного з двигунів знайдена область максимального ККД знаходиться в різних частинах механічної характеристики при визначених критеріях.

Геометрія статорних пазів, комбінація пазів та полюсів, а також закон керування впливають на показники вібрації та шуму.

Список літератури

1. Зинченко Е.Е. Сравнение характеристик вентильного реактивного двигателя при его питании от коммутаторов по схемам Миллера и асимметричного моста / Е.Е. Зинченко, В.Б. Финкельштейн // Электротехника і електро-механіка. - 2012. - № 1. - С. 33-35.

2. Нестеренко В.И. Экспериментальное определение динамических параметров тягового привода транспортного средства // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. - 2005. - Вип. 8. - С. 86-87.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОКАТКИ СТРІЧКИ

В даний час у сучасних умовах виробництва стрічки та дроту все більше уваги приділяється енергозберігаючим технологіям, оптимізації обладнання, точності настройки процесів регулювання з використанням апаратних і програмних можливостей сучасної електронної техніки.

У металургійній промисловості і зокрема в прокатному виробництві визначальне значення має якість продукції.

Технологія виробництва стрічки з дроту тугоплавких і важкодеформованих металів можлива лише при підвищених температурах. Знизити температуру прокатки (плющення) до температури дозволяє застосування імпульсного струму, що підводиться у зону деформації.

Застосування у зоні деформації електричного струму дозволяє підвищити ступінь одиничного обтиску матеріалу на 10-20%. Подальше підвищення ступеня одиничного обтиску дозволяє спосіб ультразвукового електропластичного плющення дроту з тугоплавких і важкодеформованих металів і сплавів.

Спосіб передбачає одночасне використання в зоні деформації електричного струму та ультразвуку.

При отриманні стрічки, як показано в роботі [1], можливі два режими деформування - імпульсний і неперервний, причому співвідношення між ними визначається кінематичними параметрами установки і режимами процесу плющення з мінімальним підгрівом металу.

З точки зору зниження енергосилових параметрів процесу та підвищення якості стрічки імпульсний режим підведення струму у зону деформування більш ефективний, ніж неперервний.

Згідно експериментам [2], існують граничні співвідношення між швидкістю протягування стрічки, величиною пружної деформації заготовки (здебільшого дроту малого діаметра) і кутом захоплення валками металу, при якому забезпечується імпульсний режим пружно-пластичного деформування.

Проектування обладнання для виробництва стрічки з тугоплавких і важкодеформованих металів вимагає визначення енергосилових параметрів процесу, які дозволяють створити оптимальні умови деформування, запобігати руйнуванню металу у процесі деформації.

Це може бути успішно реалізовано з використанням математичних моделей, які дозволяють створити систему керування процесом деформації, враховуючи особливості технології отримання стрічки.

Математичні моделі теплових процесів під час термічної обробки дроту зовнішніми та внутрішніми джерелами тепла, а також блок-схеми пристроїв контролю температури описані в роботах [3].

Побудовані математичні моделі для визначення енергосилових параметрів процесу плющення (прокатки) тонкої і надтонкої стрічки із тугоплавких і важкодеформованих металів, які дозволяють враховувати силову дію інструмента, зокрема валків прокатного стану, та температурний вплив дію струму та на стрічку.

Проведені чисельні експерименти та побудовані, на основі розв'язків спрощених задач, температурні розподіли у зоні дії струму.

Подальші дослідження будуть спрямовані на об'єднання математичних моделей з метою визначення оптимальних параметрів керування процесом прокатки тонкої і надтонкої стрічки.

Список літератури

1. **Тропцкій О.А.** Новые направления фундаментальных и прикладных исследований электропластической деформации металлов // под. ред. В.Е. Громова. – Новокузнецк: Изд-во «СибГИУ», 2013. – С. 39 – 50
2. **V. Lyashenko, E. Kobylskaya** Control of Heat Source in a Heat Conduction Problem // AIP Conference Proceedings. – Sophia (Bulgaria), 2014. – 85(2014), P. 94 – 101.
3. **Victor Lyashenko, Tetiana Bryl, Elena Kobylskaya, Aleksandr Aniskov** System of control of pulse processing with hyperfine wire during electroplastic deformation // XV International PhD Workshop OWD 2013. Conference archives PTEIS, vol.33., 19-22 october. – Wisla, 2013. – P. 74 – 79.

ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЛІНІЙНИХ СТОХАСТИЧНИХ СИСТЕМ

Статистичні висновки про випадкові процеси - напрямок досліджень, який розвивається у математичній статистиці.

У фінансовій математиці та аналізі ризиків активно використовуються нелінійні моделі дискретних часових процесів.

Одна з характерних рис фінансових ринків – невизначеність, яка змінюється за часом.

Як наслідок, спостерігається ефект «кластеризації волатильності».

Під цим мається на увазі те, що можуть чергуватися періоди, коли фінансовий показник поводить себе непостійно.

Формальною мірою волатильності служать дисперсія або середньоквадратичне відхилення.

Ефект кластеризації волатильності відзначений для таких рядів, як зміна цін акцій, валютних курсів, доходів спекулятивних активів.

Великий інтерес представляють моделі часових рядів зі змішаною структурою, тобто моделі, одночасно володіють лінійної і нелінійної складовими частинами.

Оцінка параметрів для таких моделей пов'язана з певними труднощами.

Труднощі різного характеру виникають при застосуванні більшості класичних методів знаходження оцінок, орієнтованих на лінійні моделі.

Ці складнощі можна обходити, застосовуючи різні техніки і алгоритми[1].

В результаті проведених досліджень: була доведена сильна спроможність і рівномірна асимптотична нормальність кореляційних оцінок авторегресійних параметрів процесу AR (p) / ARCH (p); знайдена загальна умова стійкості для довільних ступенів процесу AR (p) / ARCH (p), побудовані сильно спроможні оцінки кореляційного типу параметрів багатовимірної процесу авторегресії з дрейфом по спостереженням з мультиплікативними і адитивними перешкодами.

Побудована послідовна одноетапна процедура гарантованого оцінювання параметрів нелінійної моделі авторегресії.

Побудована процедура по двовимірним моделям типу AR / ARCH і білінійної авторегресійного процесу; запропонована двоетапна послідовна процедура оцінювання, що дозволяє отримувати оцінки параметрів багатовимірної авторегресії з дрейфом з будь-якої заданої середньоквадратичної точності за спостереженнями з лінійними перешкодами.

Результати роботи можуть бути використані в різних галузях науки і техніки: фінансової математики, кліматології, радіофізики, медицині та в інших прикладних задачах, пов'язаних з ідентифікацією систем, прогнозуванням, управлінням, статистичною обробкою часових рядів.

Список літератури

1. **Малярченко А. А.** оценивание параметров нелинейных стохастических динамических систем с дискретным временем ГОУ ВПО «Томский государственный университет»:автореф. дис.. канд. физ.- мат. наук.-2010 г.

Н. І. КУЛЬБАШНА, А. Г. ТАРНОВЕЦЬКА, ст. викладачі,
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЯРНOSTІ РУХУ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КЕРУВАННЯ

Підвищення якості обслуговування пасажирів міським транспортом загального користування, який є основним видом транспорту у великих містах, на цей час є актуальним завданням. Важливим інструментом в забезпеченні якості міських пасажирських перевезень є автоматизовані системи диспетчерського керування. Саме за допомогою їх можливо достовірно оцінити рівень послуг, що надаються населенню. У свою чергу якість обслуговування пасажирів, більшою мірою, визначається регулярністю руху транспортних засобів на маршрутах. Як свідчать дослідження вчених в аспекті регулярності руху, що пов'язані з фактичними відхиленнями від розкладу руху, робота з безпосередніми показниками регулярності руху потребує більш ретельного вивчення проблеми.

З метою проведення дослідження була використана інформація автоматизованої системи диспетчерського керування м. Харкова про виконання розкладу руху на КП «Міськелектротранс-сервіс». Підприємство оцінює регулярність руху згідно нормативних документів, якими встановлені два показники, що характеризують регулярність руху: 1) регулярність руху на маршруті *P*, яку визначають як відношення фактично виконаних рейсів до запланованої кількості рейсів; 2) дотримання графіка руху на маршруті *D*, яку визначають як відношення кількості рейсів, виконаних за розкладом, до кількості фактично виконаних рейсів.

Якщо звернутися до отриманої статистики, то за підсумками лютого 2015 року виконання рейсів коливається від 90,93 % до 92,24 % в залежності від маршрутів. Середньозважений показник дотримання графіка руху за час обстеження по тролейбусу склав 61,3 %, по трамваю – 28,9 %.

Результати аналізу показують, що оцінка за нормативними показниками не є достатньо і правильною, так як у показнику регулярності руху на маршруті *P* враховують кількість фактично виконаних рейсів, тобто рейсів, які виконані з відхиленнями за значенням вище припустимих відхилень від розкладу руху. З іншого боку в показнику дотримання графіка руху на маршруті *D* є облік правильно виконаних рейсів, але в ньому не враховані планові рейси, які розраховують виходячи безпосередньо з попиту на пасажироперевезення.

Тому пропонується використовувати додатковий показник для оцінки регулярності руху – це коефіцієнт регулярності, який обчислюють як відношення кількості рейсів, виконаних за розкладом, до запланованої кількості рейсів. За проведеним аналізом коефіцієнт регулярності становить по тролейбусу 58,07 %, по трамваю – 24,83 %.

Рух транспортних засобів на маршруті проходить під впливом ряду факторів, які з кожним роком не сприяють, а, навпаки ускладнюють процес перевезень, що в свою чергу відображається на показниках регулярності руху.

Для того щоб виявити вплив цих факторів на коефіцієнт регулярності, застосовано однофакторний дисперсійний аналіз.

На його основі встановлено, що необхідно враховувати особливості не тільки між техніко-експлуатаційними характеристиками маршрутів (довжина маршруту, пасажиропотік та ін.), а і вплив факторів дорожнього середовища. Тому в подальших дослідженнях постає завдання щодо оцінки впливу умов руху на показники регулярності.

Оскільки автоматизована система диспетчерського керування має достатній обсяг даних про рух транспортних засобів, тоді застосування додаткових способів дослідження регулярності руху сприяє прийняттю більш раціонального рішення про той або інший захід для її підвищення.

Наприклад, отримання значень швидкості рухомих одиниць у просторі місцевої мережі с певними умовами руху дозволить виявляти резерви економії часу на рух по маршрутам.

Таким чином, застосування додаткових методів обробки статистичних даних автоматизованих систем диспетчерського керування полегшує визначення того чи іншого заходу з підвищення регулярності руху та дає підстави по корегуванню часу руху по маршрутам, що, в свою чергу, знайде своє відображення в зменшенні кількості рухомого складу, який буде використовуватися при незмінному обсязі пасажироперевезень.

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Несмотря на тенденцию к уменьшению, которая наблюдается в последние годы, доля потребления электрической энергии (ЭЭ) промышленностью Украины составляет 42% от общегосударственного объема электропотребления. Направления повышения электроэнергоэффективности электротехнических систем и комплексов, в т.ч. оптимизация уровня её потребления и повышения эффективности использования, известен как многовекторный и многофункциональный процесс. Исследования последних 5 – 10-ти лет и качественные изменения, происходящие в рудных шахтах за счет быстротекущих процессов концентрации горных работ, и их резкая интенсификация поставили ряд новых задач в области формирования электрических нагрузок, которые, к сожалению, пока не находят своего решения в практике работы этих предприятий.

Прежде всего, исходя из реальных режимов функционирования, настораживает факт недогрузки по мощности силовых трансформаторов напряжения ГПП. Как правило, все ГПП железорудных шахт и комбинатов оборудованы силовыми трансформаторами мощностью 32000 – 63000 кВА. Сроки эксплуатации практически всех этих трансформаторов превысили границы 40 лет. Проектный выбор электрических мощностей данных трансформаторов производился с учетом перспектив проектных глубин добычи ЖРС с максимумом до 1500 м. Вместе с тем, этих установленных мощностей и в настоящее время достаточно при существующих глубинах добычи, превышающих проектные – 1500 м. Более того, наблюдается обратная картина. Если на время начала эксплуатации трансформаторов коэффициент их загрузки составлял 70 – 80%, то сейчас он гораздо ниже. Загрузка всех эксплуатируемых трансформаторов ГПП в среднем составляет около 20 – 25 % от номинальной. Отметим, что замена эксплуатируемых трансформаторов на другие, с более низкой установленной мощностью, для действующих предприятий в нынешних экономических условиях, как и в ближайшие 5 – 10-ть лет, процесс не из реальных.

Продолжая анализ в направлении оценки «загрузки» по мощности трансформаторов ГПП, отметим, что такая важная слагаемая, определяющая уровень потребления ЭЭ того или иного предприятия, как электроэнергобаланс, за последние 5 – 10 лет практически не изменился на всех действующих железорудных предприятиях Украины, а среди потребителей электрической энергии данных видов предприятий по-прежнему доминируют электрические двигатели горно-технологического оборудования, потребляющие в среднем до 94 % всей ЭЭ.

Анализ многочисленных графиков электрических нагрузок ряда железорудных шахт позволяет определить энергоёмкие потребители, так называемые, приемники-регуляторы электрической энергии и оценить возможность «выравнивания» с их помощью графиков электрических нагрузок в определенных временных диапазонах. Поэтому важно определить факторы, влияющие на процесс формирования графиков электрических нагрузок. Особо влияющими на формы графиков электрических нагрузок следует считать электротехнические комплексы таких потребителей ЭЭ, как скиповые подъемные установки (СкПУ), водоотлив, компрессорные станции (РКСЦВ) и электроцех, потребляющие в сумме до 90% всей ЭЭ предприятия.

Следовательно, определен главный компонент, влияющий на графики электрических нагрузок – основные потребители или точнее потребители-регуляторы ЭЭ. Т.е. именно путем «выравнивания» нагрузок этих приемников можно достичь соответствующего выравнивания общего графика потребления ЭЭ предприятием.

Выводы. Решение проблемы электроэнергоэффективности должно носить комплексный характер и руководствоваться двуединой задачей: оценка реального уровня порога достижения потенциала энергоэффективности и разработка многовекторных рекомендаций в направлении ее достижения. При этом должны учитываться такие влияющие факторы как технология и условия процессов добычи железорудного сырья и режимы функционирования горных машин и механизмов.

О. Н. СИНЧУК, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет
В. О. ЧЕРНАЯ, канд. техн. наук, доц., В. О. ЧЕРНЫЙ, студент,
Кременчугский национальный университет им. Михаила Остроградского
А. В. ПИРОЖЕНКО, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТЫ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Надежность функционирования тяговых электроприводов (ТЭП) электротехнических комплексов рудничной откатки во многом зависит от надежности работы импульсных преобразователей напряжения питания, что объясняет важность и актуальность данного направления исследований. Большая часть преобразователей на основе современной полупроводниковой элементной базы имеют в своем составе встроенные элементы защиты силовых модулей, которые позволяют избежать развития аварий при работе импульсных преобразователей, однако не все они учитывают специфику условий эксплуатации рельсового транспорта в шахтах.

Одной из причин повреждений ключей преобразователя в структурах ТЭП могут быть неисправности в тяговых двигателях, кабелях, соединяющих преобразователь и двигатель, а также при ошибочных включениях двух ключей, что приводит к возникновению сквозного тока. При таких неисправностях ток через транзисторы очень быстро возрастает, что в случае отсутствия соответствующих быстродействующих защит непременно приведет к их выходу из строя.

Существующие способы защиты *IGBT* базируются на измерении тока коллектора, напряжения коллектор-эмиттер и напряжения на затворе.

Наиболее надежным способом является подключение датчика тока (трансформатора тока или шунта) последовательно с силовым вентиляем. Недостатки использования трансформатора тока – отсутствие возможности измерения постоянной составляющей тока, использование магнитного сердечника с широкой полосой пропускания в связи с быстрым нарастанием тока к.з.

Недостаток использования шунта – неэффективное энергопотребление, возможность увеличения паразитной емкости силовой цепи.

Кроме того, дорогостоящие дополнительные датчики увеличивают габариты силовой части преобразователя, особенно при использовании плоских шин.

Один из способов защиты базируется на использовании токового зеркала и реализуется за счет интеграции чувствительного транзистора в силовой модуль.

Токовое зеркало может индцировать наличие перегрузки по току, поскольку ток через зеркало является пропорциональным току в основном *IGBT*.

Основной недостаток способа – повышенная сложность производства силовых моделей, дополнительные потери энергии, значительная стоимость модуля.

Среди известных способов защиты транзисторных модулей следует выделить способ, основанный на использовании чувствительного диода для определения напряжения эмиттер-коллектор при превышении максимально допустимого тока.

Данный способ не требует использования чувствительного токового элемента, однако с целью устранения ошибочных срабатываний необходимо введение программированной задержки, что позволяет напряжению на коллекторе уменьшиться ниже порогового уровня, завершив переходной процесс включения транзистора.

Один из известных способов защиты позволяет анализировать изменение напряжения на затворе и скорости нарастания прямого напряжения для определения неисправностей.

Эти способы требуют сложной системы защиты и являются чувствительными к паразитной индуктивности, что вызывает шум в напряжении затвора транзистора, а также к току обратного диода, и существенно усложняет практическую реализацию данного способа.

Таким образом, существующие виды современных электрических защит элементов полупроводниковых преобразователей позволяют предотвратить развитие аномальных режимов в силовой цепи ТЭП электровозов, но не обеспечивают полной защиты, поскольку не достаточно адаптированы к условиям и режимам работы на электроподвижном составе рудничных шахт.

О. М. СИНЧУК, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет
С. М. БОЙКО, канд. техн. наук, доц., Кременчуцький національний університет
ім. Михайла Остроградського
М.М. ЮРЧЕНКО д-р техн. наук, проф., Інститут електродинаміки НАН України

ОСОБЛИВОСТІ РОЗБУДОВИ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ З ВКЛЮЧЕННЯМ В ЇХ СТРУКТУРУ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Гірничі підприємства, є найбільшими споживачами електричної енергії, котру вони отримують з електричної мережі.

Через високу енергоемність продукції, постійне збільшення цін на енергоносії (природний газ, нафтопродукти, електроенергія та ін.) енергетичної складової в собівартості продукції гірничо-збагачувальних підприємств досягає 27-32% [1].

Тому, все актуальнішим стає отримання власних обсягів електроенергії за рахунок використання поновлювальних джерел, особливо енергії вітру.

Метою даної роботи є обґрунтування доцільності використання вітроенергетичних комплексів для автономного виробництва електроенергії на підприємствах гірничо-видобувного комплексу.

Для досягнення вищевикладеної мети була проаналізована можливість і специфіка роботи вітроенергетичного комплексу (ВЕК) в умовах діючих підприємств гірничо-видобувного комплексу.

В результаті дослідження аеродинамічних характеристик повітряних потоків промислових підприємств гірничо-видобувного комплексу (ГВК) було зроблено висновок про те, що використання ВЕК, що використовуються як автономно так і в складі системи електропостачання, є доцільним і достатньо рентабельним [2].

Водночас, аналіз розподілу потоків споживання електроенергії свідчить, що велика частка електричної енергії припадає саме на локальні енергетичні об'єкти, що обумовлює в цілому актуальність вирішення питань енергоефективності їх експлуатації [2].

До локальних об'єктів у гірничорудній промисловості відносяться: електротехнічні системи компресорних насосних станцій, вентиляційних та підйомних установок та інші.

Таким чином пропонується підхід до побудови систем автоматизованого керування електроспоживанням промислових підприємств, заснований на базі відновлювальних альтернативних джерел енергії, а саме ВЕК, у вигляді сукупності взаємозалежних структур.

Як наслідок є необхідним та актуальним використання новітніх технологій для комутації електричних мереж з можливістю прогнозування їх енергетичних параметрів.

Беручи до уваги наведені вище результати досліджень, результати досліджень, отримані раніше [2], можна зробити висновок про те, що використання ВЕК в умовах залізрудних видобувних комплексів є реальним.

Висновки та напрямок подальших досліджень. На підприємствах гірничодобувної галузі актуальним та можливим є впровадження в загальну структуру систем електроживлення локальних систем на базі ВЕК.

Водночас з метою достатньо енергоефективного використання таких мініелектростанцій в структурах систем електроживлення необхідно ґрунтовно аналізувати питання приєднання локальних систем в комплекс вищезгаданих систем.

Список літератури

1. Азарян А.А. Комплекс ресурсо- і енергозберігаючих геотехнологій видобутку та переробки мінеральної сировини, технічних засобів їх моніторингу із системою управління і оптимізації гірничорудних виробництв / А.А. Азарян, Ю.Г. Вілкул та ін. // Кривий Ріг: Мінерал, 2006. – 219 с.
2. Синчук И.О. Потенциал электроэнергоэффективности и пути его реализации на производствах с подземными способами добычи железорудного сырья. Монография [Текст] / И.О. Синчук, Э.С. Гузов, А.Н. Яловая, С.Н. Бойко // под ред. докт. техн. наук, профессора О.Н. Синчука. – Кременчук: Изд. ЧП Щербатых А.В, 2015. – 296 с.

О.М. СІНЧУК, д-р техн. наук, проф.,
Ю.Б.ФІЛІПП, М.М. МАКСИМОВ, канд. техн. наук, доц., А.М.ЯЛОВА, аспірант
Криворізький національний університет

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ТА ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

На вітчизняних залізорудних підприємствах процес визначення й заявки лімітів, або встановлення норм питомого електроспоживання, здійснюється практично без достатнього аналізу процесу та рівнів електроспоживання, промислових показників роботи підприємства, що, як правило, призводить до відхилення фактичних показників від заявочних значень. В свою чергу, при корегуванні лімітів не завжди враховуються поточні показники роботи підприємства, прогноз факторів, що впливають, і, як наслідок, не ефективно використовуються заявлені ліміти. Між тим за перевищення ліміту електроенергії з підприємств стягується штраф за споживані величини перебору електроенергії.

Розроблені різними авторами методики оцінки станів процесу електроспоживання в умовах невизначеності й неповноти інформації із застосуванням методів "стиску" інформації на базі методу розкладання Корунена - Лоєва і методу головних компонент, дозволяють виявити істотні ознаки, що визначають природу режимів електроспоживання. Між тим, в проблемі підвищення енергоефективності видобутку корисних копалин взагалі і залізорудної сировини зокрема, існує немало невизначеностей, що в значній мірі стосується підприємств з підземним способом видобутку.

Для прогнозування електроспоживання з урахуванням зміни різних факторів варто об'єднати зусилля підприємств галузі і створити інформаційну базу даних рівнів споживання електроенергії конкретного гірничорудного підприємства. Передача даних на єдиний обчислювальний центр підприємств галузі повинен відбуватися у вигляді щомісячного звіту про використання електроенергії за минулий місяць.

Авторами доповіді розроблені алгоритми одержання тимчасових і факторних моделей з використанням типових модулів програми АСНИ. В основу алгоритму покладений синтез моделей електроспоживання, а також визначення довірчого інтервалу прогнозування. Метою складання й нормалізації прогнозних рівнів електробалансів є підвищення ефективності використання електроенергії на гірничих підприємствах за рахунок виявлення резервів економії енергоресурсів, обґрунтування норм витрат електроенергії на видобуток.

При складанні видаткової частини електробалансів частка енергії, яка витрачається на прямі технологічні потреби, може бути визначена комбінованим розрахунково-експериментальним методом. Електробаланси окремих агрегатів варто відносити до зміни й характерної робочої доби. Останнє визначається по середній продуктивності технологічних установок. У практичних умовах потрібно зосередити всі виміри в період найбільш завантаженої зміни. Для такого аналізу потрібно визначити енергетичні характеристики технологічних приймачів, статистичні дані й закони розподілів складових балансів, а також їхню залежність від технологічних факторів. На підставі проведеного аналізу й після встановлення причин непродуктивних витрат електроенергії, відповідно до порядку, наведеному вище, може бути складений раціональний електробаланс підприємства.

Розроблені методичні рекомендації з диференціального аналізу індивідуальних норм витрат електроенергії на основі даних електробалансів дозволяють встановити раціональні норми й контролювати наднормативні витрати електроенергії. Заходи, які пропонуються, дозволяють проводити визначення рівнів енергопостачання на стадіях життєвого циклу розвитку підприємства й здійснювати прогнозування зміни його рівня до й після проведення реінжинірингу.

Список літератури

1. **Праховник А.В.** Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий// А.В.Праховник, В.П.Розен, В.В. Дегтярев – М.: Недра, 1985 - 232 с.
2. **Синчук И.О.** Потенциал энергоэффективности и пути его реализации на производствах с подземными способами добычи железорудного сырья. Монография// **И.О. Синчук, Э.С. Гузов, А.Н. Ялова, С.Н. Бойко**//под ред. докт. техн. наук, профессора О.Н. Синчука. – Кременчук: Изд. ЧП Щербатых А.В., 2015. – 296 с.

УДК 681.5:622.2

В. С. МОРКУН, д-р техн. наук, проф., В. В. ТРОНЬ, канд. техн. наук, доц.,
Д. И. ПАРАНЮК, аспирант, Криворожский национальный университет

ФОРМИРОВАНИЕ НЕЙРО-НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ БУРЕНИЯ

Построение управления при неопределенных параметрах объекта является важной проблемой теории автоматического управления. Нестационарность и неопределенность параметров объектов управления обусловила необходимость построения регуляторов, параметры которых адаптируются так, чтобы при изменяющихся параметрах объекта точность и качество системы оставались неизменными.

При построении адаптивных систем с идентификатором актуальной задачей является формирование модели-идентификатора объекта управления на основе нечеткой и неполной информации

Повысить качество автоматизированного управления технологическими процессами на различных этапах добычи и переработки железорудного сырья можно посредством использования в процессе управления оперативной информации о технологическом процессе [1-3].

При этом, информация о ходе технологического процесса может быть получена как путем непосредственного измерения, так и с применением математической модели [1].

Задачей работы является исследование методов формирования модели для системы адаптивного управления процессом бурения с идентификатором объекта управления.

В условиях достаточно быстро изменяющихся показателей процесса бурения скважин целесообразно использовать стратегию двухуровневого адаптивного управления, которая заключается в одновременном исследовании процесса бурения и управлении данным процессом [4,5].

Применительно к процессу бурения разведывательных скважин, содержащих несколько разновидностей горной породы, в структуру системы управления дополнительно включить блок формирования модели.

Реализация подсистемы прогнозирования осуществлялась на основе ANFIS – адаптивной нейро-нечеткой системы [6]. Используемая ANFIS реализует систему нечеткого вывода Сугено в виде пятислойной нейронной сети прямого распространения сигнала, первый слой которой содержит термы входных переменных (текущего значения сигнала и его задержанные значения).

В процессе формирования модели выборка исходных данных была разделена на две части: обучающая и проверочная. В работе исследовано влияние на показатели эффективности идентификации таких параметров: количество функций принадлежности термов переменных, тип функций принадлежности термов, количество задержанных входов, количество эпох обучения.

Показано, что при обработке и анализе текущей информации об оперативных характеристиках процесса бурения и формировании адаптивного управления целесообразно применение нейро-нечетких структур с двумя Гауссовыми функциями принадлежности термов для каждой переменной и 3-4 задержанными входами.

Список литературы

1. Segui, J. B., Higgins M. (2002) Blast Design Using Measurement While Drilling Parameters. *Fragblast*. Vol. 6, No. 3 – 4. - pp. 287 – 299
2. Morkun V., Tron V., Goncharov S. (2015) Automation of the ore varieties recognition process in the technological process streams based on the dynamic effects of high-energy ultrasound, *Metallurgical and Mining Industry*, 2015, No.2, pp.31-34.
3. Morkun V., Tron V. (2014). Automation of iron ore raw materials beneficiation with the operational recognition of its varieties in process streams. *Metallurgical and Mining Industry*, No6, p.p. 4-7.
4. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления / Под ред. Н. Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 744 с.
5. Morkun V., Tron V., Paraniuk D. (2015) Formation of rock geological structure model for drilling process adaptive control system, *Metallurgical and Mining Industry*, No 5, p.p. 12-15
6. Nauck D., Klawonn F., Kruse R. (1997) *Foundations of Neuro-Fuzzy Systems*. John Wiley & Sons. 305 p.

В. С. МОРКУН, д-р техн. наук, проф.,
Н. В. МОРКУН, В. В. ТРОНЬ, кандидаты техн. наук, доц.
Криворожский национальный университет

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ВОЛЬТЕРРА-ЛАГЕРРА НЕЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В условиях конкуренции и увеличения цен на энергетические ресурсы существенным вопросом управления горнорудными предприятиями становится снижение себестоимости и энергоёмкости технологических процессов добычи и переработки сырья. Одним из крупнейших потребителей энергии на предприятиях данного типа является рудообогатительная фабрика, на долю которой приходится более 20 % расходуемой предприятием энергии. А по расходу электроэнергии доля фабрики составляет 44 %. Среди факторов, влияющих на расход электроэнергии, следует выделить нестабильность характеристик рудного материала, поступающего на обогатительную фабрику, что усложняет поддержание в технологической линии оптимальных режимных параметров. Решение данной задачи неразрывно связано с совершенствованием систем автоматического управления технологическими процессами обогащения с применением современных моделей, критериев и методов управления.

Различным аспектам идентификации нелинейных объектов управления в условиях обогатительного производства посвящено значительное количество работ. В общем виде описание процесса переработки железорудного сырья осуществляют на основе дифференциальных уравнений в частных производных. Для того, чтобы учесть пространственное распределение и изменчивость во времени характеристик рудного материала введена пространственно-временная переменная, описывающая содержание железа в классах крупности перерабатываемого рудного сырья, распределенного по технологической линии обогащения.

На основе принципа аппроксимации непрерывной функции с использованием ряда Фурье пространственно-временная переменная системы с распределенными параметрами расширена рядом пространственных базисных функций [1].

Для моделирования нелинейных систем с распределенными параметрами предложена пространственно-временная модель Вольтерра [2].

Для формирования модели процессов переработки железорудного сырья использованы следующие методы определения коэффициентов Лагерра: корреляционный метод и метод наименьших квадратов. Корреляционный метод [3] предполагает, что входом является гауссов шум. Согласно второму подходу [4] коэффициенты вычисляются с использованием метода наименьших квадратов.

Для получения полного горизонта прогнозирования системы второго порядка применена нелинейная оптимизация. Для поиска решения задачи нелинейной оптимизации были исследованы методы нелинейной оптимизации с ограничениями: внутренней точки, итерационного квадратичного программирования, активных множеств [5].

В результате проведенного анализа был выбран метод активных множеств.

В частности, указанный метод показал лучшие результаты поиска оптимального решения при различных начальных условиях, в то время как другие исследуемые методы требовали дополнительных расчетов для определения начальных условий.

Список литературы

1. D.G. Zill, M.R. Cullen (2001), Differential Equations with Boundary-Value Problems, 5th ed., Brooks/Cole Thomson Learning, Pacific Grove, CA; Australia.
2. Dale A. Smith. Identification of nonlinear control models using Volterra-Laguerre series (2010), PhD dissertation, Department of Chemical Engineering, The University of Utah, USA.
3. Zheng, Q., Zafiriou, E., (1995) Nonlinear system identification for control using Volterra-Laguerre expansion. Presented at American Control Conference.
4. Dumont, G. A., Ye Fu, and A.L.Elshafei, (1991) Functions in identification and adaptive control. IFAC Int. Symp., Singapore, 193-198.
5. Трифонов А. Г. Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения / А. Г. Трифонов. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/index.php.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВІБРАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ КОНВЕЄРНОЇ ВИПАЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ

Підвищення продуктивності, швидкості та потужності, зниження масогабаритних характеристик технологічного обладнання конвеєрної випалювальної машини (КВМ) неминуче пов'язано з виникненням різних сил і моментів, що породжують механічну вібрацію [1]. При досягненні певних значень, підвищена вібрація може негативно впливати на міцність, надійність і безпеку механічного і електротехнічного обладнання, викликати порушення робочого процесу виготовлення котунів, зазнавати аварій, поломки деталей і виходу із ладу КВМ та в результаті робота системи керування технологічним процесом стає не ефективною. Тому діагностика та моніторинг стану обладнання на КВМ є актуальною задачею.

Метою роботи є виявлення зміни параметрів обладнання КВМ при різних технологічних і конструктивних впливах. Результати такого виявлення дозволять більш чітко керувати режимами роботи КВМ. Для цього необхідно спроектувати новітню систему діагностики і моніторингу стану механічного і електромеханічного обладнання КВМ, що забезпечать безперервну роботу з мінімальними витратами на ремонт та технологічне обстеження та приведе до збільшення прибутку при виробництві котунів.

Використовуючи теоретичні відомості про такий метод, як аналіз спектра вібросигналів, та аналізуючи існуючий зв'язок між певними складовими механічних і електромагнітних вібрацій, та обґрунтування залежності між гранично-допустимими значеннями цих вібрацій, дозволило розробити комп'ютеризовану систему моніторингу вібраційних режимів роботи обладнання конвеєрної випалювальної машини (КСВМ). Для визначення вібраційних коливань обладнання КВМ система моніторингу взаємодіє з віброперетворювачами типу ADXL103CE, що представляють собою п'єзоелектричні акселерометри, які мають: аналоговий вихід, діапазон прискорення: $\pm 1.7g$, нелінійність $\pm 0,2\%$, чутливість $1000mV/g$, витримку перевантаження до $3500g$ і працюють в діапазоні робочих температур від -40 до $+125$ °C.

Для повного визначення працездатності обладнання КВМ використовуються також інші типи первинних перетворювачів. Так, в якості оптичного датчику для визначення швидкості переміщення палет КВМ, вібрація яких контролюється, застосовується фотоелектричний датчик типу PA18CST10, який працює зі швидкістю 100 Гц.

Вимір сили струму, що споживається електродвигуном конвеєра випалювальної машини, виконано за допомогою датчика струму типу ACS712ELCTR-20A-T, принцип роботи яких базується на ефекті Холла.

Для роботи КСВМ розроблені алгоритми роботи, математична модель визначення допустимого рівня вібрацій та програмне забезпечення. При вимірі вібрації обладнання КВМ в математичній моделі враховуються три основних параметри: віброзміщення, віброшвидкість та віброприскорення.

Ці параметри мають певні математичні співвідношення один до одного при розгляді гармонійних (найпростіших) коливань і дозволяють визначити діагностичні частоти та дефекти, тобто встановити реальний стан механічного і електромеханічного обладнання КВМ.

КСВМ має промислову мережу ModBus з топологією «шина» між контролером Modicon M340 та ЕОМ робочого місця оператора. Програмування контролера Modicon M340 виконується за допомогою програмного продукту UNITY PRO. Програмний код написано на мові LD.

Використання комп'ютеризованої системи моніторингу вібраційних режимів роботи обладнання конвеєрної випалювальної машини дозволить оптимізувати технологічний процес та збільшити продуктивність КВМ.

Список літератури

1. Сафарбаков А.М., Лукьянов А.В., Пахомов С.В. Основы технической диагностики: учебное пособие. – Иркутск: ИрГУПС, 2006. – 216 с.
2. Vacheslav Lobov, Karina Lobova, Mykhailo Koltiar. Investigation of temperature distribution along the height of the layer of pellets on conveyor roasting machine. Metallurgical and Mining Industry, No. 4, p.p. 34-38, 2015.

Л.І. ЄФІМЕНКО, канд. техн. наук, доц., ДВНЗ «Криворізький національний університет»
М.П. ТИХАНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., ДВНЗ «Криворізький національний університет»

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ НАВАНТАЖЕННЯ ТА МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ ОПОРНИХ КОНСТРУКЦІЙ КОНВЕЄРА

Основні розміри конвеєрних ставів призначаються по конструктивних міркуваннях із залученням галузевих стандартів і нормалей. По прийнятих розмірах проводяться перевірочні розрахунки, які полягають в наступному: вибирається розрахункова схема секції ставу у вигляді рами, зовнішні навантаження задаються у вигляді статично прикладених сил від мас вантажу, стрічки, роликоопор. Крім того, вводиться коефіцієнт перевантаження, величина якого вагається від 1,2 до 1,7 без обґрунтування його величини.

Загальним недоліком існуючих методів проектуванні є те, що при визначенні навантажень на став беруться статичні складові, не враховується динаміка перехідних процесів і динамічні навантаження від дії крупних кусків вантажу, не використовуються можливості зменшення навантажень на конструкції шляхом управління режимами транспортування.

З аналізу існуючих робіт видно, що конвеєрний став є основним елементом стрічкового конвеєра, що визначає його металоємність. Із збільшенням його довжини значно збільшується вага конвеєра. Відомо, що при довжині конвеєра близько 100 м, маса жорсткого ставу складає приблизно 20%, а при довжині близько 500 м – більше 30%, від всієї ваги конвеєра.

Розробка методів зниження динамічних навантажень на став дозволить знизити металоємність конвеєра.

Оцінку впливу параметрів системи автоматичного управління (САУ) на динамічні характеристики елементів стрічкового конвеєра зручно виконувати за допомогою структурного методу, що широко використовують в теорії автоматичного управління.

В цьому випадку стрічковий конвеєр представляється математичною моделлю у вигляді структурної схеми, що складається з відповідних елементів з відомими передавальними функціями, коефіцієнти посилення і постійні часу яких залежать від конструктивних параметрів, рівня навантаження конвеєра і наявності крупних кусків вантажу на стрічці.

Для побудови математичної моделі стрічкового конвеєра проведений порівняльний аналіз методів математичного опису динамічних процесів у конвеєрі для різних конструкцій, умов і режимів роботи установки.

Основи теорії несталої руху конвеєра розглянуті в роботах провідних вчених, для яких характерний математичний опис лише тягового органу.

Результати цих робіт не дозволяють отримати передавальні функції стрічкового конвеєра, де вхідною величиною було б тягове зусилля, що розвивається приводом, а вихідною – навантаження на опорні конструкції.

Існують математичні моделі навантаження опорних конструкцій конвеєра, що описують дію крупнокускового вантажу на елементи ставу.

Вони отримані в результаті обробки експериментальних даних, або вихідними даними є параметри, що описують структуру вантажопотоку, геометричні і фізичні характеристики конвеєра. У цих моделях навантаження, що сприймається роликоопорою, розділяється на статичне, обумовлене натиском матеріалу, що транспортується, і динамічне, обумовлене дією окремих крупних кусків вантажу.

Проте, в цих роботах навантаження на опорні конструкції оцінюють при існуючих способах і режимах управління конвеєром.

Таким чином, огляд робіт з математичного опису стрічкового конвеєра показав, що існуючі математичні моделі у вигляді структурних схем не охоплюють опорних конструкцій конвеєра, а математичні моделі навантаження елементів конвеєрного ставу не враховують впливи автоматизованого приводу.

Розширення об'єму специфічних вимог, обумовлених особливостями гнучкого автоматизованого виробництва, вдосконалення засобів автоматизації, викликало необхідність розробки уточненої математичної моделі у вигляді структурної схеми, що враховує вплив режимів роботи автоматизованого конвеєра і що розглядає його як об'єкт, що складається з наступних основних елементів: привод - конвеєрна стрічка-став.

Д. П. ЖИДКОВ, аспирант, Криворізький національний університет

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Необходимость увеличения объемов промышленного производства металлургических заводов, а так же поддержания их стабильности во многом зависит, от машин обеспечивающих это производство. Стабильность работы машин обеспечивается их надежностью, которая, в значительной степени может быть обеспечена на стадии проектирования. Это в свою очередь формирует требования к скорости и качеству процесса проектирования. При современном проектировании используются новейшие компьютерные программы. В связи с этим необходимо обратить внимание на их достоинства и недостатки.

Важным аспектом для инженера-проектировщика есть удобство программы, в которой осуществляется проектирование. В зависимости от удобства программного обеспечения сроки проектирования могут существенно различаться. Так же и для каждой группы инженеров определенного направления существуют свои программы.

Разработкой данных программ занимается компания Autodesk ©. Данная компания разрабатывает и реализовывает программы для проектирования. В ее арсенале есть программы для всех направлений проектирования и планирования реализации проекта. На основании предыдущего опыта и новейших разработок разрабатываются наисовременнейшие программы.

Далее пойдет речь о самых популярных продуктах компании Autodesk ©. Для начала я расскажу о программах от Autodesk, предназначенных для черчения «плоских» чертежей, конкретно о AutoCAD. Данная программа ветку других программ предназначенную для инженеров конкретной специализации: AutoCAD Mechanical (Инженеры – механики), AutoCAD MEP (Энергетики), AutoCAD Electrical (Электрики). Каждая из данных программ имеет набор инструментов, которые подходят для той или иной специализации, и позволяет упростить процесс проектирования для них. Так же в каждой из этих программ существуют библиотеки – набор стандартных элементов, которые можно изменять (типоразмеры, габариты и некоторые другие параметры) и использовать их в существующих проектах. Эти библиотеки так же подходят для соответствующей группы инженеров.

Так же большим спросом пользуется программа Autodesk Revit, основанной на технологии информационного проектирования BIM. Данная программа так же как и AutoCAD имеет ряд вариаций для различных направлений инженерии. Revit предусматривает 3D проектирование различных объектов. Считается, что данная программа больше всего подходит для строительства, т.к. имеет ряд уникальных инструментов, присущих лишь ей, что делает ее флагманом в данной области.

Так же большой популярностью пользуются программа Autodesk Inventor и ее продукты. Эта программа так же, как и Revit предусматривает 3D моделирование объектов, но она более подходит для создания не типовых деталей и объектов, в то время как Revit более удобно работать уже с «библиотечными» материалами. Данная программа идеально подходит для машиностроительного проектирования, т.к. имеет ряд функций, которые помогают увидеть модель в действии, по средством приведения ее в движение виртуальным «приводом».

Популярность набирает Autodesk Navisworks . Программа - решение для экспертизы архитектурно-строительных проектов, позволяющая полностью контролировать результаты. В нем осуществляется проверка моделей и данных, поступающих от всех участников процесса проектирования. В данной программе непосредственно можно отследить и проконтролировать ход проектирования на всех этапах и во всех мелочах.

Это программа позволяет осуществлять так называемое 5D проектирование. Да, именно 5D. Помимо трех геометрических измерений, эта программа может отследить как изменялся проект с ходом времени и то, как изменилась его стоимость на определенном этапе или временном промежутке.

Доклад посвящен перспективам современных компьютерных программ, предназначенных для промышленного проектирования.

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА,
ЗАБЕЗПЕЧЕНОГО РЕГУЛЬОВАНИМ ПРИВОДОМ**

Направлене раціональне регулювання режимних параметрів дозволяє знижувати навантаження в екстремальних ситуаціях. Наприклад, при появі поздовжнього або поперечного розривів стрічки, підвищення температури підшипникових вузлів редуктора або двигуна, обрив частини футеровки барабана, зниження швидкості транспортування дозволить допрацювати до кінця зміни і під час виконання профілактичних робіт прийняти економічно вигідне рішення.

Спрямоване раціональне регулювання режимних параметрів дозволяє знижувати навантаження в екстремальних ситуаціях. Наприклад, відомо, що, змінивши режими перевезення, ви можете зменшити пошкодження елементів конвеєра, тому що зміна швидкості транспортування, навантаження, тягового зусилля під час запуску конвеєра знижує навантаження, оберненість стрічки і роликів.

Управління раціональне за технічним станом вузлів конвеєра передбачає автоматичний вибір пріоритетного вузла, за станом якого буде змінюватися швидкість транспортування, натяг стрічки, величина завантаження, розподілятися тягове зусилля між барабанами. Як приклад розглянемо конвеєрну стрічку, як найбільш дорогий і найменш надійний елемент. Відомо, що інтенсивність зносу конвеєра визначається виразом:

де E , r , a - параметри стрічки; P_n - номінальне навантаження.

З цього виразу видно, що знос стрічки нелінійно залежить від навантаження, значить, зниження навантаження без шкоди економічним показникам збільшить залишковий ресурс стрічки. Знос футерування барабана, неробочого обкладання стрічки і обичайки роликів особливо інтенсивно відбувається під час запуску конвеєра.

Зниження швидкості транспортування під час збільшення навантаження на стрічку (вантаж підвищеної крупності) або наявність прогресуючого розвитку дефекту типу руйнування кромки або "дірок" в обкладанні, дозволяє збільшити працездатність, залишковий ресурс, підвищити коефіцієнти надійності, зокрема, коефіцієнт технічного використання.

Наявність цих явищ викликала необхідність розробки алгоритмів автоматичного запуску конвеєра з урахуванням технічного стану стрічки і наявності вантажу на ній, що забезпечують плавний запуск зі зниженням навантажень. Розроблений алгоритм формування закону керування тяговим зусиллям вирішує поставлені завдання, при цьому прискорення по ділянках розраховується з урахуванням наявності матеріалу на конвеєрі, гранскладу вантажу (тобто наявності великих шматків) і інтенсивності стирання стрічки. Моменти приводного двигуна в фазах зрушення і розгону залежать від цих чинників. Вважається необхідним під час фази зрушення знижувати пусковий момент приводного двигуна в порівнянні з періодом розгону.

Це зменшує навантаження на стрічку, ролики, а значить, і їх знос. Швидкість руху стрічки, що має певний знос та інші ушкодження, також має великий вплив на розвиток цих пошкоджень.

Таким чином, з'явилася можливість раціонального управління режимом роботи стрічкового конвеєра в залежності від технічного стану його вузлів і механізмів.

Авторами запропоновані принципи побудови автоматизованої системи і алгоритми управління приводом конвеєра, що відрізняються тим, що враховуються як поточний, так і прогнозований стан основних складових елементів конвеєра.

Для реалізації запропонованої системи управління авторами був розроблений ряд способів і пристроїв діагностики технічного стану і прогнозування залишкового ресурсу, що дозволяють створити оригінальний блок визначення технічного стану і прогнозування, що виконує не лише визначення дефекту, але і встановлює географічне його місце розташування.

У зв'язку з підвищенням рівня інформаційної забезпеченості процесу управління, що означає комплексну автоматизацію конкретних задач, активним розвитком нових методів дослідження і діагностики, а також впровадженні сучасної вітчизняної та зарубіжної апаратури, питання, розглянуті в роботі, вимагають подальшого розвитку.

В. Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц.,
М. С. ЧЕРНЮК, Ю. О. ТОХТАРЬ, К. В. ЛОБОВА,
Криворізький національний університет

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ УСТАНОВКОЮ З МІНІМАЛЬНИМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ ТА ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ

У зв'язку з переходом до ринкової економіки виникла необхідність підвищення ефективності використання електричної й альтернативної енергії, оскільки це відповідає економічним інтересам постачальників і споживачів електроенергії. Одними з найважливіших споживачів електричної енергії є технологічні установки промисловості [1,2].

Раціональне використання та економне витрачання електричної енергії є актуальною науковою та практичною задачею для гарантування сталого розвитку. Вирішення цієї задачі можливо за рахунок впровадження новітніх технічних заходів, спрямованих на стимулювання зниження витрат на електроенергію та більш широкого застосування альтернативної енергії, яка може бути вироблена шляхом використання енергії потоку газу/повітря відпрацьованих, вивільнених або інших, вивільнюються технологічною установкою, керованою системою керування, що живиться від електричної мережі. Такими технологічними установками можуть бути газовий котел, котлоагрегат, вентилятор та ін.

Базою формування і розвитку технічного забезпечення для таких установок є автоматизовані системи керування споживанням електроенергії. Тому метою доповіді є показ можливих варіантів зниження витрат електроенергії технологічними установками шляхом використання додаткової альтернативної енергії для її живлення.

Для вирішення цієї задачі авторами запропоновано автоматизовану систему керування технологічною установкою. Для роботи такої системи як технологічної установки, що складається з каналу для відведення газового/повітряного потоку, всередині якого запропоновано встановити повітряний гвинт, оснащений пристроєм для автоматичного змінювання кута атаки лопатей. Повітряний гвинт механічно пов'язаний з ротором електричного генератора. Газо/повітряний потік обертає повітряний гвинт і генератор виробляє електроенергію, яка додатково використовується для живлення обладнання технологічної установки.

При достатній напрузі електричної енергії, яку створюють за допомогою електричного генератора, відключають напругу живлячої мережі від технологічної установки та живлять її від електричного генератора.

До живлячого обладнання відноситься, в першу чергу, електродвигун вентилятора, що видає газ-повітряний потік і живиться через перетворювач частоти, що відповідно підключається як від мережі на певний час, так і від генератора. Для комутації перетворювача частоти використовуються комутатори, відповідно включені в кожну фазу мережі живлення й фазу генератора.

У канал для газового/повітряного потоку встановлено датчик тиску газового/повітряного потоку.

Вихід цього датчика підключено до блоку керування електроспоживання технологічною установкою, який запропоновано реалізувати у двох варіантах: на мікросхемах середнього ступеня інтеграції і мікропроцесорі. Для реалізації системи керування на мікропроцесорі розроблено алгоритм, що складається з чотирнадцяти основних та додаткових блоків.

Запропонований спосіб і пристрій для його реалізації дозволяє, як показали результати досліджень, зменшити до 40 % кількість використаної електроенергії технологічною установкою за рахунок використання альтернативної енергії, що вироблена потоком маси газів/повітря, відпрацьованих, вивільнених або таких, що вивільнюються технологічною установкою, керованою автоматизованою системою керування, оскільки вона живиться не тільки від електричної мережі, а й від електричного генератора, що перетворює енергію потоку цих мас в електричну енергію.

Автоматизована система керування може бути використана в технологічних установках різного призначення.

Список літератури

1. Автоматизовані системи керування конвеєрними установками. / В.Й.Лобов, Л.І. Єфіменко, М.П. Тиханський, С.А. Рубан. - Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет. 2015. -450с.
2. Пристрій для вироблення електроенергії. Патент України № 57938 кл. НО2К47/00.

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ДЛЯ ДОВІДНИКА СПЕЦІАЛІСТА З КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ**

При експлуатації, виконанні ремонтних робіт та удосконаленні конвеєрних випалюваних машин (КВМ) виникає необхідність швидкого пошуку даних про характеристики технічних та програмних засобів на механізми та агрегати об'єкту. Для виконання цієї мети бажано використовувати не паперовий, а електронний довідник, який є вдосконаленим оцифрованим паперовим його варіантом.

Головна його ідея зберігається: він містить інформацію про первинні перетворювачі (датчики), контролери, регулятори, мікросхеми середньої ступені інтеграції, великі інтегральні схеми, мікропроцесори, виконуючі механізми, тощо. Актуальність такого довідника полягає в збереженні даних на електронних пристроях, відкритому доступі до баз даних, швидкому пошуку необхідної інформації.

Такий довідковий додаток дозволить обирати потрібний пристрій або елемент, що використовуються при експлуатації, виконанні наукових досліджень або науково-конструкторських робіт по КВМ [1].

Метою доповіді є розроблення програмного забезпечення, що містить довідник по технічним пристроям і програмним засобам автоматизованих систем керування процесом випалювання котунів, позначений далі як ДАСК. Склад ДАСК містить базу даних про програмні засоби, що використовуються при експлуатації КВМ.

Розроблена програма представлена у вигляді невеликого вікна, у якому розміщуються таблиця, текстові поля, кнопки, меню, тощо.

Програмна реалізація виконана у середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2015 на мові високого рівня С#, яка є об'єктно-орієнтованою мовою програмування з безпечною системою типізації для платформи .NET.

При цьому в програмі використовується статична типізація, підтримується поліморфізм, переваження операторів, вказівники на функції - члени класів, атрибути, події, властивості.

За допомогою Windows Forms технології створений інтерфейс програмного додатку, який містить такі елементи керування: TextBox (для введення та виведення даних), MaskedTextBox (покращений TextBox, відрізняє допустимі дані, що вводяться користувачем, від неприпустимих, за певним шаблоном перевіряються дані, що вводяться), ComboBox (призначений для вибору значення із списку, або введення нового значення), menuStrip (групує команди додатку), DataGridView (відображає дані в табличному вигляді) тощо [2].

ДАСК - комп'ютерна програма, що дозволяє користувачу знаходити дані за певним критерієм, змінювати, додавати та видаляти дані, зберігати в файл та відкривати з файлу. Структура даних програми складається з двох класів. Перший клас містить властивості для перевірки за шаблоном введених та виведених даних за допомогою бібліотеки System.Text.RegularExpressions, а інший - реалізацію функцій, кожна з яких має свій власний алгоритм, та масив для збереження інформації.

Пошук здійснюється за однією з ознак: за назвою, місцем розташування, спеціалізацією, позначенням на електричній схемі, структурній або функціональній схемі, тощо. ДАСК працює за принципом: введення даних, передавання даних до окремої функції, виконання операції, виведення даних. Базу даних ДАСК можна доповнювати, коригувати, модифікувати, в процесі експлуатації. ДАСК може бути завантажений на телефон, ноутбук, комп'ютер користувача і доступним для роботи.

Довідник дозволяє скоротити час на пошук необхідної інформації по обладнанню КВМ, завдяки функції «Знайти». ДАСК може бути адаптованим для інших спеціалістів корисним також студентам та аспірантам технічних та електротехнічних ВНЗ, викладачам, інженерно-технічним працівникам та науковцям.

Список літератури

1. **Lobov V.Y., Lobova K.V.** System of automatic control of the uniformity of heating of the layer of pellets on a conveyor roasting machine. Computer science, information technology, automation. No. 1, p.p. 19-23, 2015.
2. **Шилдт Г.** Полный справочник по С# / Г. Шилдт ; пер. с англ. – М. : Изд. дом "Вильямс", 2004. – 752 с.

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ

Існує багато прекрасних способів, за допомогою яких досягається значна економія електроенергії в промисловості, сільському господарстві, побуті, це використання різноманітних програмованих пристроїв та автоматизованих систем керування [1,2]. Ці прилади одночасно стежать за зміною температури, тиску та іншими параметрами технологічного процесу і знижують витрату електроенергії практично в декілька разів. Принцип їх дії заснований на раціональному споживанні енергії в той чи інший проміжок часу. Тому тема раціонального використання електричної енергії є актуальною науковою і практичною задачею.

Для вирішення цієї задачі автори запропонували автоматизовану систему керування електроспоживанням технологічною установкою (ТУ) в функції мінімальних витрат електричної енергії з мережі живлення та одночасного використання альтернативної енергії. ТУ може бути газовий котел або димосос, або котлоагрегат, або інший аналогічний об'єкт. Тому метою доповіді є показати результати моделювання запропонованої системи керування подачі електричної енергії на ТУ, так як моделювання представляє наглядне зображення процесів під час роботи системи.

Для створення віртуальної моделі приладу було обрано середовище візуального програмування, для реалізації якої були використані фронтальна панель і блок-діаграма. На фронтальній панелі розташовані блоки: анімації ТУ, вводу поточних значень напруг та затримки на ввімкнення генератора і регулювання зміщення по фазі напруги генератора та багатоканальний осцилограф. Блок анімації має трубопровід в якому розташовані лопаті вентилятора і повітряний гвинт, який обертається під дією газового/повітряного потоку. Повітряний гвинт пов'язаний з валом генератора, який виробляє електричну енергію, яка додатково живить ТУ. На осцилограф виводяться напруги: живлення ТУ від мережі, позначено, як Plot 2, і представлено на графіку зеленим кольором і генератора - Plot 0 білий колір, а також виводиться сумарна напруга живлення, що подається на ТУ, яка позначена через Plot 1 червоним кольором. Блок вводу поточних значень напруг має задатчики для формування напруги, що виробляється генератором, і початкового значення напруги генератора в момент ввімкнення живлення від нього ТУ та задатчик затримки на увімкнення живлення ТУ від генератора після досягнення еталонного значення напруги.

На блок-діаграмі використовуються вихідні значення еталонної напруги для порівняння амплітуди поточної напруги, що виробляється генератором, затримка на увімкнення живлення ТУ від генератора після досягнення еталонного значення і початкове значення напруги генератора в момент ввімкнення живлення від нього ТУ. Блок-діаграма реалізує обертання лопотів вентилятора ТУ та повітряного гвинта, імітацію повітряного потоку в трубопроводі для відводу газових /повітряних продуктів та імітацію зменшення напруги генератора й ЕРС під час живлення ТУ від генератора, затримку на ввімкнення генератора, формування синусоїдальної напруги з регулюванням фази. Блок-діаграма дозволяє моделювати напругу під час живлення ТУ від мережі та під час живлення ТУ від генератора .

За результатами дослідження встановлено, що під час живлення ТУ від мережі, живлення від генератора вимкнене, тому сума напруг дорівнює напрузі живлення. Під час живлення ТУ від генератора, вимкнене живлення від мережі, але залишається ЕРС електродвигуна вентилятора на деякому проміжку часу. Амплітуди обох напруг (генератора, ЕРС) з часом зменшуються, що призводить до сповільнення обертання лопотів вентилятора ТУ та необхідне перемикання живлення від мережі. Увімкнення генератора в фазу з ЕРС, приводить до того, що сума напруг на ТУ перевищує допустимі значення. Зміщуючи по фазі подачу напруги від генератора можливо досягнути задовільних значень напруги на ТУ.

Список літератури

1. Автоматизовані системи керування конвеєрними установками / **В.И. Лобов, І.І. Єфіменко, М.П. Тиханський, С.А. Рубан.** - Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет. 2015. - 450 с.
2. Моделювання віртуальних пристроїв автоматики та комп'ютеризованих систем керування технологічними процесами: **В.Й. Лобов, К.В. Лобова.** - Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2016. - 360 с.

СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ГІДРОЦИКЛОНОМ НА ЗБАГАЧУВАЛЬНІЙ ФАБРИЦІ

На сьогодні промисловість орієнтується, перш за все на продуктивність і кількість продукції, що випускається. Потрібно випускати все більше і більше кінцевого продукту, щоб покрити витрати на його виробництво і при цьому отримувати прибуток.

Але якість виробленого продукту має не менш важливе значення, ніж його кількість. Випускаючи масштабну партію товару, але з низькою якістю, можна не витримати конкуренції на ринку, тому орієнтація лише на продуктивність найчастіше призводить до збитків. Таким чином, автоматичні системи керування повинні забезпечувати високу якість продукту без втрат продуктивності.

Метою класифікації пульпи є отримання бажаних за крупністю зерен в зливі та пісках гідроциклону. Якість подальшого збагачення руди має велику залежність від гранулометричного складу залізорудної сировини в зливі гідроциклону. Оскільки гранулометрична характеристика пульпи не лінійно змінюється протягом процесу сепарації, системи автоматичного керування процесом класифікації залізорудної сировини повинні бути спроможні компенсувати збурення спричинені цими змінами [1].

Одним з відомих способів регулювання вихідної величини є використання лінійних PID-регуляторів [2]. Проте, при їх застосуванні залишається проблема синтезу оптимального керуючого впливу, так як коефіцієнти регулятора розраховуються на підставі відомих даних про об'єкт керування (зумпф та гідроциклон), що приводить до відхилення часу перехідного процесу та перерегулювання від бажаних значень при впливі невідомих збурюючих факторів.

У роботі [3] запропоновано наступні способи автоматичного керування гідроциклоном: шляхом впливу на зливну насадку.

Недоліком цього способу є неточний поділ твердих частинок по крупності через порушення вакууму в гідроциклоні внаслідок підсмоктування повітря з боку зливу і перекриття пісками нижнього кінця повітряного стовпа при малих діаметрах піскової насадки, забивання вакуумної; по густині зливу з додатковим контролем гранулометричного складу пульпи.

Недоліком цього способу є відсутність однозначної залежності між в'язкістю і значущістю, в слідстві чого має місце недостатньо чіткий поділ по крупності, злив гідроциклону засмічується великими частками, а піски - навпаки, дрібними;

за каналом густини пульпи в живлені гідроциклону.

Недоліком даного способу автоматичного керування є те, що асинхронний двигун постійно працює з однією швидкістю, що призводить до значних витрат електроенергії, та при цьому така робота двигуна швидко псує запірну арматуру, що приводить до збоїв в її роботі та помилок в керуванні всією системою.

Як бачимо з недоліків наведених систем автоматичного керування, при впливу різних збурюючих факторів не завжди вдається отримати бажану гранулометричну характеристику в зливі гідроциклону, що в свою чергу, є перепорою на шляху удосконалення процесу збагачення залізної руди.

У такому випадку доцільно використовувати системи автоматичного керування гідроциклоном з використанням адаптивних регуляторів та систем нечіткої логіки для синтезу оптимальних законів керування в умовах зміни гранулометричного складу залізорудної сировини.

Список літератури

1. Sbarbaro D. Advanced control and supervision of mineral processing plants / D. Sbarbaro, R. del Villar., 2010. – 311 p.
2. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування: Підручник [Текст] / Попович М.Г., Ковальчук О.В., – К.: Либідь, 1997р., – 533 с.
3. Автоматизация процессов обогащения руд цветных металлов [Текст] / Зубков Г.А., Забелин В.Л., Корендяев Г.В. [та ін.] – М.: Недра, 1967г. – 484 с.

ОБМЕЖЕННЯ В ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ ДЛЯ ВНЗ

Обмеження в задачі складання оптимального розкладу занять з урахуванням уподобань викладачів та студентів можна поділити на жорсткі й нежорсткі. Жорсткі обмеження оптимального розкладу - це обмеження що повинні виконуватися безумовно. Нежорсткі обмеження виконуються по можливості і можуть бути майже безболісно «пом'якшені». Образно кажучи, жорсткі обмеження - це необхідна умова оптимального розкладу, а ступінь задоволення нежорстких обмежень - це рівень оптимальності розкладу. Розглянемо більш детально обмеження [1, 2, 3].

Жорсткі обмеження оптимального розкладу

У кожний момент часу викладач або група можуть бути зайняті тільки в одному занятті (це умови сумісності за часом):

На кожній парі кількість зайнятих аудиторій не перевищує кількості доступних аудиторій.

На кожній парі може бути проведено занять кожного типу не більше кількості існуючих аудиторій певного типу:

Група (академічна, або віртуальна) вміщується в аудиторію повністю (місткість аудиторії не менша кількості студентів):

Кількість годин занять групи не перевищує нормованої кількості навчальних годин за тиждень:

При проведенні аудиторного заняття кількість викладачів не менше числа аудиторій:

Розклад занять для кожної групи кожного дня занять не повинен мати «вікон». З цього обмеження витікає, що у студентів повинно бути більше ніж одна пара в день.

Нежорсткі обмеження оптимального розкладу

Нежорсткі обмеження оптимального розкладу також можна розділити на три категорії: обмеження стосовно аудиторій, студентів та викладачів.

Нежорсткі обмеження стосовно аудиторій:

Рівномірне завантаження аудиторного фонду навчального закладу по парам занять.

Це «*Щільне*» завантаження аудиторного фонду навчального закладу по дням занять.

Це обмеження можна сформулювати інакше: заняття планується спочатку у частково зайняту (на інших парах) в поточний день аудиторію, а потім у вільну.

Мінімізація кількості вільних місць в зайнятих в розкладі аудиторіях:

Нежорсткі обмеження стосовно студентів:

Рівномірне завантаження груп студентів по кількості пар занять в різні тижні.

Нежорсткі обмеження стосовно викладачів:

Мінімізація кількості «вікон» в розкладі викладача:

Компактне розміщення занять у розкладі в декілька послідовні дні.

Доповідь присвячена концептуальній і математичній постановці задачі складання розкладу занять, відмінностями якої від існуючих є: існування жорстких і нежорстких обмежень на навчальний розклад, врахування ділення навчальних груп на підгрупи по профілю навчання за допомогою введення понять узагальнених викладачів, груп і аудиторій, а також врахування нечіткості у формулюванні побажань по складанню розкладу для викладачів і навчальних груп.

Список літератури

1. **Бурнасов П.В.** Критерії якості автоматичного складання розкладу занять у ВНЗ [Текст] / П.В. Бурнасов // Збірник Криворізького технічного університету. : зб. наук. праць. - Кривий Ріг. - 2008. - Вип. 22. - С. 136-140.
2. **Morkiin V,S-** The.management of the resources educational institution / V.S. Morkun. P.V. Burnasov // Metallurgical and
3. Mining Industry. - 2014. - №4. - P. 56-61. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/12.2014.pdf>
4. **Галузин К.С.** Методика составления оптимального учебного расписания с учетом предпочтений / **К.С. Галузин, В. Ю. Столбов** // Теоретические и прикладные аспекты информационных технологий: Сб. науч. тр. / Г ос-НИИУМС. - Вып. 53. - Пермь, 2004. - С. 43-50.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

За останні роки в зарубіжних системах освіти відбулися істотні структурні зміни, зумовлені розвитком Інтернет та його зростаючим впливом на всі сторони діяльності суспільства. За даними зарубіжних експертів, у майбутньому кожен працюючий буде повинен мати вищу освіту – з точки зору ХХІ століття, мінімальний освітній рівень, необхідний для виживання людства.

Особливо актуальним є застосування сучасних інформаційних технологій у тих сферах розумової діяльності, які є найбільш складними для сприйняття, коли складність навчання обумовлюється великою кількістю рутинної роботи. Велика кількість обчислень, яка супроводжує відшукування розв'язання тієї чи іншої задачі, не дає можливості студенту засвоїти сутність досліджуваних процесів і явищ, і як наслідок – не формує необхідних знань і вмінь. У Національній державній програмі «Освіта» (Україна ХХІ століття) зазначено, що освіта має забезпечувати всебічний розвиток людини як цілісної особистості, її здібностей та обдарувань, збагачення на цій основі інтелектуального потенціалу народу, його духовності й культури, формування громадянина України, здатного до свідомого суспільного вибору.

Особливістю сучасного навчання з використанням інформаційних технологій є самостійне формування й зміна освітнього контенту учасниками навчального процесу. Таке навчання проходить під гаслом «орієнтованість на того, кого навчають». Це більш ніж просто адаптація традиційних програм до різних стилів навчання або можливість для студента переміняти шрифт і колір фону в матеріалі. Це – перехід повного контролю за навчанням у руки користувачів. У результаті роль традиційного викладача практично повністю «розмивається», а відповідальність студентів за опублікований матеріал істотно зростає.

Перші кроки із впровадження Інтернету в систему освіти показали його величезні можливості для її розвитку. Разом з тим, вони виявили труднощі, котрі необхідно подолати для повсякденного застосування мережі в навчальних закладах. Проте необхідно враховувати, що це потребує значних затрат на організацію навчання порівняно з традиційними технологіями, що пов'язано з необхідністю використання значної кількості технічних (комп'ютери, модеми тощо), програмних (підтримка технологій навчання) засобів, а також з підготовкою додаткової організаційно-методичної допомоги (спеціальні інструкції для тих, хто навчається, та для викладачів), нових підручників і навчальних посібників. Нині відбувається накопичення досвіду, пошук шляхів підвищення якості навчання і нових форм використання ІКТ у різних навчальних процесах. Певні труднощі використання ІКТ в освіті виникають у зв'язку з відсутністю не тільки методичної бази їх використання, а й методології розробки ІКТ для освіти, що примушує педагога на практиці орієнтуватися лише на власний досвід і вміння емпірично шукати шляхи ефективного застосування інформаційних технологій.

Технології освіти майбутнього, за прогнозами сьогодення, будуть будуватися на основі ділових ігор у мережі й досягнень мультимедіа, а освітні ресурси будуть доступні й відкриті для користувачів.

Навчання стане мобільним і буде проходити як індивідуально, так і у командах. Більшу роль буде грати зв'язок через інтернет.

Викладачі й тренери розуміють простоту й ефективність таких сучасних освітніх інструментів, як Вікіпедія, блоги, подкасти та ін., і вже повноцінно їх використовують. Аудіо та відео матеріали стануть однією з основ модернізації освіти. Мобільність і велика кількість контенту, який можна розмістити на сучасні носії, буде сприяти підвищенню інформованості та ерудиції.

Отже, необхідно відзначити, що перелік можливих напрямів і підходів до подальшого розвитку й удосконалення педагогічних програмних засобів (ППЗ) можна істотно розширити й деталізувати у технологічному, методичному або контентному відношенні.

Важливо, щоб запропоновані напрями, підходи, рішення зачіпали проблему ефективного використання ППЗ в навчальному процесі та підвищували рівень інформаційної забезпеченості сфери освіти за рахунок створення й використання нових якісних педагогічних програмних засобів та методик їх використання.

А.М. МАЦУЙ, канд. техн. наук, доц.
Кіровоградський національний технічний університет

ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ РОЗТАШУВАННЯ ПІСКІВ У МІЖВИТКОВОМУ ПРОСТОРИ СПІРАЛІ МЕХАНІЧНОГО КЛАСИФІКАТОРА

Відсутність достатньо точної уяви про закономірність розташування матеріалу між двома сусідніми витками спіралі механічного класифікатора стримує підвищення якості автоматичного керування першою стадією подрібнення вихідної руди, що приводить до значних економічних збитків в наслідок перевитрачання електричної енергії, куль і футеровки. Враховуючи, що дана стаття спрямована на розв'язання частини згаданої задачі, її тема є актуальною.

Метою даних досліджень є обґрунтування підходу моделювання закономірності розташування пісків між двома сусідніми витками спіралі вздовж її осі.

Уявлення про витрату пісків механічного спірального класифікатора в окремому циклі розвантаження може дати розгляд пісків між двома сусідніми витками спіралі у вертикальній і горизонтальній площинах. Розріз піскового матеріалу у вертикальній площині показує, що його можливо подати двома геометричними фігурами, які практично незалежні. Тобто, можливо виконати декомпозицію піскового матеріалу на відрізок циліндра (нижня частина) і геометричну фігуру, яка розташована над ним (верхня частина). При цьому надається можливість досліджувати окремо дані геометричні тіла, а потім, виконавши композицію, отримати загальний результат.

Поточне значення рівня піскового продукту h необхідно визначати від основи зовнішньої крайки робочого елемента заднього витка спіралі до горизонтальної площини розташування пісків. Нехтуючи кривизною спіралі на обмеженій ділянці і нахилом її робочих елементів до циліндричної поверхні постелі, пісковий матеріал у горизонтальній площині можливо подати трапецією. Найбільша площа трапеції відповідає найбільшому рівню пісків h_{\max} між витками спіралі. Площі елементарних геометричних фігур довжиною Δl вздовж осі спіралі l також є змінними. Площі трапецій можливо оцінювати на елементарних ділянках довжиною Δl вздовж осі спіралі. Врахування площ фігур та їх висот Δh дозволяє визначати елементарні об'єми піскового продукту вздовж його осі на окремих ділянках Δl . Розроблено математичний апарат для здійснення таких розрахунків. Визначення об'єму верхньої частини піскового продукту вздовж l за окремими елементарними складовими Δl зводиться до знаходження площі фігур в межах конкретного вертикального стовпчика довжиною Δl з врахуванням усіх шарів матеріалу, перемноження їх на незмінну висоту Δh з наступним сумуванням результатів.

Моделювання нижньої частини піскового матеріалу є більш складним і його слід розпочинати з першої геометричної фігури горизонтального розрізу на стику двох згаданих частин, яка має форму параболи, обмеженої лінією контакту пісків і заднього витка. Далі форма фігур у перетинах через величину Δh повторюється при зменшених розмірах. Тут доцільно замінювати параболічний елемент трапецеїдним. При цьому одночасно з'являється можливість узгодження початку даної геометричної фігури з початком зміщеного відрізка Δl у вертикальній площині. Елементарні складові піскового продукту довжиною Δl необхідно розташовувати відносно вертикальної площини, що проходить через початок правого витка спіралі і співпадає з вертикаллю h_{\max} .

Ця площина є базовою і від неї ліворуч і праворуч розташовуються у кожному шарі матеріалу елементарні складові довжиною Δl , створюючи вертикальні стовпчики з різним об'ємом пісків.

Сумуючи всі елементарні об'єми матеріалу за певними Δl , знаходимо закономірність розташування матеріалу на конкретних ділянках довжини нижньої частини піскового продукту.

Знаходячи суми об'ємів матеріалу у відповідних вертикальних стовпчиках обох частин, визначаємо закономірність зміни об'єму пісків вздовж масиву піскового продукту між двома сусідніми витками спіралі.

За допомогою даного підходу можливо встановлювати закономірності розташування матеріалу вздовж піскового продукту механічних спіральних класифікаторів при дослідженні режимів їх роботи.

В.О. КОНДРАТЕЦЬ, д-р техн. наук, проф., А.М. МАЦУЙ, канд. техн. наук, доц.
Кіровоградський національний технічний університет

ВКЛЮЧЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ ДІЛЯНКИ БАРАБАНА КУЛЬОВОГО МЛИНА В ПРОДУКТИВНУ РОБОТУ УДОСКОНАЛЕННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ

Підвищити конкурентоспроможність магнетитового концентрату на світовому ринку можливо удосконаленням автоматизованого керування цим технологічним процесом.

На конвеєрній стрічці формуються ділянки змінної довжини, де середня крупність руди може змінюватись у кілька разів, розташовуючись від самих дрібних частинок до найбільших розмірів для конкретного матеріалу [1]. Це потребує практично неперервного формування оптимального значення задаючого діяння на розрідження пульпи на даній ділянці барабана кульового млина.

Сухий крупний продукт і дрібний вологий і в'язкий продукт погано з'єднуються між собою. Вода, що подається в одну точку технологічного агрегата створює виділені масиви рідини. Ще більш в'язкий продукт від нерівномірного з'єднання вихідної руди і пісків односпірального класифікатора сильно гальмує рух куль, різко знижуючи ефективність подрібнення крупного твердого.

Якщо вихідну руду максимально змастити, передавши їй певну кількість води, яку вона може утримувати, то проникнення її в піски буде набагато ефективнішим. Ефективність взаємопроникнення шматків вихідної руди і піскового продукту можливо ще набагато покращити, якщо піскам передати якомога більшу кількість води в межах відведеної витрати. Залишок загальної витрати води доцільно направити безпосередньо в кульовий млин, але розбризкуючи її в зоні завантаження. Таким чином підготовлені матеріальні потоки відразу перемішуються і на самій початковій ділянці барабана кульового млина розпочинається продуктивне подрібнення крупного твердого при заданій розрідженості пульпи. При цьому не перевитрачається електрична енергія, кулі та футеровка і відразу утворюється готовий продукт.

Реалізувати даний підхід можливо виконанням автоматизованого керування на двох ієрархічних рівнях. На перший ієрархічний рівень слід покласти формування задаючого діяння на розрідження пульпи в кульовому млині. Доведено, що можливо для цього використовувати масив руди, який знаходиться на конвеєрній стрічці від завантажувальної горловини млина до точки розміщення конвеєрних вагів. Це буде певна базова довжина конвеєрної стрічки, однак до розрахунків необхідно приймати час руху цієї ділянки конвеєрної стрічки. Тобто, система повинна адаптуватись до змінної величини часу проходження базової довжини конвеєрної стрічки, оскільки швидкість її руху буде змінною, керованою системою завантаження руди. При проходженні даної ділянки конвеєрної стрічки від конвеєрних вагів до завантажувальної горловини кульового млина фіксуються технологічні параметри цього масиву руди, включаючи і її середню крупність. Запропонованим авторами методом відповідно визначеній крупності руди визначається задаюче діяння для підтримання оптимального розрідження пульпи на даній ділянці матеріалу в барабані кульового млина. Найкращий ефект буде забезпечено при практично миттєвому введенні завдання і переведенні регулювального органа в нове положення. Це забезпечується релейним законом керування. В межах системи першого ієрархічного рівня керування забезпечується задана точність підтримання співвідношення тверде/рідке в кульовому млині і визначення загальної витрати води в технологічний агрегат.

В межах другого ієрархічного рівня керування здійснюється перерозподіл загальної витрати води в кульовий млин на змочування вихідної руди, додаткове розрідження піскового продукту та розбризкування залишку безпосередньо в зону завантаження. Для цього запропоновані залежності визначення поверхні твердого в потоці руди, крупності руди та витрати доданої води в приймальний пристрій завиткового живильника.

Реалізація такого автоматизованого керування забезпечує збільшення продуктивності кульового млина по готовому продукту до 7%, зменшення перевитрати електричної енергії, куль і футеровки та зменшення втрат корисного компоненту.

Список літератури

1. Кондратець В.О. Моделювання розподілу дробленої руди вздовж конвеєрної стрічки при розвантаженні бункерів / В.О. Кондратець, А.М. Мацуй // Інтегровані технології та енергозбереження: щоквартальний науково-практичний журнал. – 2015. – №3. – С.42-50.

В.О. КОНДРАТЕЦЬ, д-р техн. наук, проф., А.М. МАЦУЙ, канд. техн. наук, доц.
Кіровоградський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОМІРНОГО РУХУ НЕН'ЮТОНІВСЬКИХ РІДИН У НАХИЛЕНИХ ПОТОКАХ

Недостатня вивченість процесів рівномірного руху пульпи у пісковому жолобі механічного односпірального класифікатора стримує розробку ефективних засобів контролю об'ємної витрати рідкої суміші у відкритих потоках і, як наслідок, - автоматизацію технологічних процесів подрібнення вихідної руди у перших стадіях, що приводить до значних економічних збитків. Оскільки дані тези спрямовані на розв'язання частини згаданої задачі, їх тема є актуальною.

Оскільки рівномірний рух пульпи у пісковому жолобі механічного односпірального класифікатора ніхто не досліджував, метою даної роботи є його математичне моделювання.

Піски механічного односпірального класифікатора, що розвантажуються, змішуються з водою, яка подається у пісковий жолоб. Матеріал у пісковому жолобі рухається самопливом. Рахуючи рух пульпи рівномірним, знайдемо залежність об'ємної витрати пульпи в пісковому жолобі механічного односпірального класифікатора від висоти потоку.

Пісковий жолоб механічного односпірального класифікатора працює при турбулентному режимі руху пульпи, що відноситься до квадратичної області гідравлічного опору. Зважаючи на те, що коефіцієнт гідравлічного тертя для квадратичної області гідравлічного опору залежить від відносної шорсткості стінок русла і не залежить від числа Рейнольдса, а як наслідок, і від рідини, що рухається в руслі, то відносно коефіцієнта Шезі можливо стверджувати те ж саме.

Коефіцієнт Шезі залежить лише від відносної шорсткості стінок русла і не залежить від швидкості руху і в'язкості пульпи. Спираючись на це, отримана залежність витрати пульпи у пісковому жолобі від висоти потоку. З неї слідує, що при певних фіксованих значеннях коефіцієнта шорсткості стінок русла і ширини піскового жолоба об'ємна витрата пульпи нелінійно залежить від висоти потоку. Графіки змінюють своє положення в залежності від матеріалу, яким футеровано канал. Здебільшого використовують кам'яну кладку з коефіцієнтом шорсткості стінок русла 0,025.

Ширина піскового жолоба механічного односпірального класифікатора може бути змінним конструктивним параметром. Моделюванням при коефіцієнті шорсткості стінок русла 0,025 встановлено, що ширина піскового жолоба сильно впливає на нелінійність залежності витрати від висоти потоку. Найменшу нелінійність має характеристика, яка відповідає самому вузькому транспортному засобу. Ширину каналу доцільно прийняти в межах 0,2-0,3 м. Остаточоно вибір ширини піскового жолоба здійснювався за умов циркулюючих навантажень, характеристик для конкретного родовища та типу односпірального класифікатора.

Встановлено, що найкраща характеристика відповідає ширині каналу 0,2 м. Вона практично лінійна, має найкращу початкову величину висоти потоку, їй характерний найбільш широкий діапазон зміни рівня пульпи. Однак орієнтуватись необхідно на ширину піскового жолоба 0,3 м, оскільки при ній нелінійність лише дещо гірша порівняно з попередньою характеристикою, але тут значно більші пропускні можливості каналу і він не може забитись випадково попавшим скрапом.

Крім того, досліджувалася залежність середньої швидкості руху пульпи від висоти потоку у пісковому жолобі. Встановлено, що середня швидкість руху пульпи нелінійно змінюється з висотою потоку. Цей зв'язок є функціональним для конкретних умов роботи класифікатора, оскільки режим руху пульпи не залежить від її в'язкості.

Мінімальна середня швидкість дорівнює 1,4 м/с, а максимальна - 2,4 м/с. При цьому час руху пульпи у пісковому жолобі механічного односпірального класифікатора складає 1,04 і 1,79 с.

Отримані результати є достовірними, оскільки в дослідженнях використовувалися точні аналітичні методи і перевірені на практиці гідравлічні залежності.

Отримані результати слугують основою для розробки засобів вимірювання об'ємної витрати пульпи у відкритих потоках і математичного моделювання хвильового руху пульпи у піскових жолобах механічних односпіральних класифікаторів.

УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОЦИКЛОНОМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ АЛГОРИТМОВ

При управлении обогатительным комплексом основной поставленной задачей, достигаемой целью является получение как можно более низкой себестоимости конечного продукта при как можно более высоком его количестве и качестве.

Процесс обогащения железной руды – сложный технологический процесс, включающий в себе несколько стадий, которые, в свою очередь, выполняют различные повторяющиеся операции. Операции измельчения, разделения и сепарации отличаются за своей физической природой, соответственно требуют применения различных дорогостоящих измерительных приборов. Кроме того, большинство параметров работы механизмов невозможно или очень сложно измерить прямыми способами и получаемая о процессе информация содержит в себе слишком много предположений и допущений. Это приводит к снижению точности управления технологическим комплексом обогащения в целом [1].

Поставленные задания возможно решить применив подход управления к обогатительному комплексу как к децентрализованной системе, состоящей из самостоятельных, но связанных между собой подсистем.

Таким образом, каждый технологический агрегат можно рассматривать как отдельный объект управления, состоящий в общей распределенной системе. Это позволяет понизить требования к вычислительной мощности системы управления и в целом повысить скорость её реагирования [2].

Для примера рассматривается гидроциклон второй стадии измельчения, как отдельный механизм, входящий в состав большей системы. Поставленная задача – повышение производительности и качества конечного продукта при снижении затрат энергии.

Регулирование гидроциклона направлено на достижение двух целей - количественной (продуктивность по готовому продукту) и качественной (эффективность разделения и гранулометрический состав) [3,4].

Представлена система управления гидроциклоном при неопределенных параметрах. Основной управления является регулирование гидроциклона с применением нечетких сетей по двум контурам.

Первый контур управляет скоростью вращения двигателя насоса гидроциклона и, таким образом, выполняет регулирование входного давления пульпы в гидроциклон.

Второй контур регулирует уровень пульпы в зумпфе гидроциклона. Контур регулирования являются самообучающимися и обучающими общую систему, изменяя базу нечетких правил.

При этом, чтобы не нагружать главную систему лишними обучающими сигналами, обучение происходит через идентификатор.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что представление промышленного комплекса обогащения как распределенной системы и дальнейшее раздельное управление её подсистемами дает положительный эффект.

Кроме того, целесообразным является применение нечетких алгоритмов управления. Для более эффективного управления гидроциклоном необходимо усовершенствовать связь с объектами предыдущих и последующих стадий.

Список литературы

1. Савицкий О.И. Управління багатостадійним збагаченням магнетитових руд за умов неповної інформації / О.И. Савицкий, В.П. Корж, С.Л. Цвіркун // Науково-дослідницький і проектний інститут «МЕХАНОБРЧЕРМЕТ». Новое в технологии и технике переработки минерального сырья. Збірник наукових праць. – Кривий Ріг –2011, С.126-135.
2. Liudmyla Yefimenko, Mykhailo Tykhanskyi. Information systems in the technological processes automatic control development by technical condition criterion. Metallurgical and Mining Industry, 2015, No1, p.p. 28 – 31.
3. Торопов О.А. Расчет параметров гидроциклонов нового поколения / О.А. Торопов // Горный журнал. – 2008. - №6. – С. 105-108.
4. Morkun V. Optimization of the second and third stages of grinding based on fuzzy control algorithms / V. Morkun, O. Savytskyi, M. Tymoshenko // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – №8. – P. 22–25.

УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОЦИКЛОНОМ КАК ЧАСТЬЮ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

С учетом современных тенденций развития мирового рынка основным путем развития производства является снижение себестоимости продукта. Оно достигается при помощи комплексного оптимизирования производственных процессов на основе внедрения современных технологий. Именно повышение качества автоматизации промышленных технологических процессов является основным путем в решении вопроса энергоэффективности производства.

Обогатительный комплекс включает в себя многие технологические агрегаты, совершающие различные операции и отличающиеся по конструкции, которые соответственно требуют применения различных подходов при построении и реализации систем управления. Кроме того, обогатительные аппараты пребывают во взаимосвязи и непосредственно влияют на работу друг друга; требуют применения многих измерительных приборов, фиксирующих величины различной физической природы, что приводит к увеличению требуемых вычислительных мощностей [1,2].

Вышеперечисленных сложностей можно избежать, применяя распределенное управление. Рассматривая комплекс обогащения железной руды как одну большую систему распределенных механизмов, можно создать системы управления каждым механизмом каждой стадии по отдельности, которые будут находиться в постоянной взаимосвязи. Данный подход дает возможность повысить быстродействие и снизить нагрузку на общую систему и уменьшить требования к вычислительным мощностям исполнительной системы [3].

Для примера рассматривается гидроциклон второй стадии измельчения, как отдельный механизм, входящий в состав большей системы.

При постановке задачи автоматического управления гидроциклоном упор делается на оптимизацию качественных и количественных параметров работы со снижением себестоимости конечного продукта в целом. Регулирование гидроциклона направлено на достижение двух целей - количественной (продуктивность по готовому продукту) и качественной (эффективность разделения и гранулометрический состав).

Представлена система управления гидроциклоном при детерминированных параметрах. Основой управления являются поддержание соотношений производительностей гидроциклона по сливу и по пескам на определенном уровне и регулирование плотностей слива и песков. Управление совершается с учетом связи гидроциклона с предыдущей и последующей стадией измельчения и с выработкой соответствующих регулирующих воздействий [4].

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что представление комплекса обогащения железной руды как децентрализованной системы, состоящей из отдельных технологических процессов с собственными системами управления, позволяет более эффективно управлять процессом в целом, экономя время и вычислительные ресурсы.

Для более эффективного регулирования работы гидроциклона второй стадии измельчения необходимо усовершенствовать связь с объектами предыдущих и последующих стадий. Кроме того, рационально применить современные интеллектуальные средства автоматизации при решении данного вопроса.

Список литературы

1. Савицкий О.И. Управління багатостадійним збагаченням магнетитових руд за умов неповної інформації / О.И. Савицкий, В.П. Корж, С.Л. Цвіркун // Науково-дослідницький і проектний інститут «МЕХАНОБРЧЕРМЕТ». Новое в технологии и технике переработки минерального сырья. Збірник наукових праць. – Кривий Ріг –2011, С.126-135.
2. Liudmyla Yefimenko, Mykhailo Tykhanskyi. Information systems in the technological processes automatic control development by technical condition criterion. Metallurgical and Mining Industry, 2015, No1, p.p. 28 – 31.
3. Поваров А.И. Гидроциклоны на обогатительных фабриках. М., «Недра», 1978, 232 с.
4. Morkun V. Optimization of the second and third stages of grinding based on fuzzy control algorithms / V. Morkun, O. Savytskyi, M. Tymoshenko. // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – №8. – P. 22–25.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОРТИРОВКОЙ КУСКОВОЙ РУДЫ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА

При ограниченном быстродействии исполнительного механизма, осуществляющего отбор кусков руды из потока в случае достаточно тесного их расположения, целесообразно выбрать один из кусков, который имеет наилучший набор характеристик: максимальную массу, максимальное содержание железа, максимальную крупность, более темный оттенок цвета. При наличии, в общем случае, N кусков, из которых производится выбор, имеем следующие множества характеристик: $\bar{\varepsilon} = \{\varepsilon_i | i = 1 \dots N\}$, $\bar{d} = \{d_i | i = 1 \dots N\}$, $\bar{m} = \{m_i | i = 1 \dots N\}$, $\bar{g} = \{g_i | i = 1 \dots N\}$. К куску рудного материала с индексом i относится множество характеристик с такими же индексами $\Theta_i = \{\varepsilon_i, d_i, m_i, g_i\}$. В общем случае при выборе одного элемента необходимо обеспечить максимальное приближение значений характеристик элемента к некоторым заданным значениям идеального куска. Функцию выбора $\Theta_k = \Psi(\bar{\Theta}, \Theta^*)$, $k \in [1, N]$ определим следующим выражением

$$\Psi(\bar{\Theta}, \Theta^*) = \Psi \begin{pmatrix} \arg \min_{\varepsilon} (\varepsilon_i - \varepsilon^*) \\ \arg \min_{\bar{d}} (d_i - d^*) \\ \arg \min_{\bar{m}} (m_i - m^*) \\ \arg \min_{\bar{g}} (g_i - g^*) \end{pmatrix}.$$

Следует отметить, что в процессе выбора оптимального варианта необходимо учитывать несколько показателей, что требует применения соответствующих подходов к решению задачи сортировки кускового рудного материала.

В процессе поиска решения задачи многокритериального выбора были рассмотрены следующие подходы: лексикографический, идеальной точки, метод анализа иерархий, выделение главного критерия, свертки частных критериев, и другие.

В соответствии с лексикографическим подходом в задачах многокритериальной оптимизации, как в четкой [1], так и в нечеткой [2] постановке, сначала осуществляют упорядочивание частных критериев по степени их важности, а затем выполняют последовательную оптимизацию каждого частного критерия от наиболее важного к наименее важному. При этом решение задачи оптимизации по первому частному критерию определяет область допустимых решений для следующего по важности частного критерия. Недостатком данной группы методов является возможность учета только факта преимущества одного критерия над другим, однако степень преваляирования в данном случае не учитывается, что может привести к неоправданному сужению множества альтернатив.

Применение метода выделения главного критерия [3] целесообразно в случае, когда один из частных критериев по важности значительно превосходит другие. В таком случае главный критерий считают единственным, а остальные преобразовывают в ограничения. Использование данного подхода при формировании управления сортировкой кусковой руды затруднено из-за отсутствия достаточно существенных преимуществ частных критериев, а также необходимостью применения специальных методов для обоснования предельных значений частных критериев в процессе преобразования их к виду ограничений.

Наибольшее распространение при решении задачи многокритериального выбора получил метод свертки частных критериев на основе построения обобщенного критерия как скалярной функции [3]. Таким образом, задача многокритериального выбора сводится к однокритериальной посредством применения различных видов агрегирования: аддитивного, мультипликативного, обобщенного логического, обобщенного среднестепенного, нечеткого и других.

Список литературы

1. Подиновский В. В. Лексикографические задачи оптимизации. – М. : 1972. – 327 с.
2. Жуковин В. Е. Многокритериальные модели принятия решений с неопределенностью / В. Е. Жуковин. – Тбилиси : Мецниереба, 1983. – 67 с.

А. О. ПУЛИНЕЦЬ, магістрант, Криворізький національний університет

НЕЧІТКА ЛОГІКА В УПРАВЛІННІ ТЕПЛОВИМ РЕЖИМОМ ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА

Орієнтація сучасної промисловості направлена на виробництво більшої кількості продукції з найменшими затратами і продуктивність виробництва.

Доменний процес займає важливе місце в області споживання ресурсів металургійної індустрії.

Це постійне зростання потужності доменних печей, запровадження нових методів і технологій, що допомагають зробити технологічний процес більш продуктивним та якісним.

Але через збільшення інформації, яку необхідно збирати для керування доменною піччю, ускладнився і сам процес управління доменним виробництвом.

Таким чином, з'являється необхідність розробити систему управління, яка зможе враховувати невизначеність вихідних даних, параметри системи, нечіткість цілей і задач управління. Такою є система автоматичного керування на основі нечіткої логіки.

Найважливішим параметром доменного виробництва є температурний режим.

Оскільки процеси всередині печі протікають нерівномірно, температура на одному горизонті печі може відрізнятись в достатньо великому діапазоні.

До основних керуючих дій, що впливають на тепловий стан доменної печі, відносять параметри режиму завантаження і режиму дуття.

Використання нейромережі дозволяє вирішувати задачу управління таким нелінійним об'єктом управління, як доменна піч, шляхом створення адаптивної системи автоматичного керування з нейрорегулятором, що навчається і еталонною моделлю.

Така система з інтелектуальним управлінням використовує адаптацію прогнозуючих моделей, що дозволяє компенсувати запізнювання і нестационарність параметрів в реальному часі [1].

У стандартній програмі Matlab були створені та досліджені три види нейрорегуляторів: регулятор з передбаченням - модель керованого процесу використовується для того, щоб передбачити його майбутню поведінку, а алгоритм оптимізації застосовується для розрахунку такого управління, яке мінімізує різницю між бажаними та дійсними змінами виходу моделі, крім того, регулятор обчислює сигнал управління, який оптимізує поведінку об'єкту на заданому інтервалі часу; регулятор з використанням нелінійної авторегресії з ковзаючим середнім - представляє собою модифіковану нейромережеву модель керованого процесу, отриману на етапі автономної ідентифікації; регулятор на основі еталонної моделі - система використовує 2 нейронні мережі: для регулятора і для моделі об'єкту керування.

У результаті огляду і аналізу теоретичних і експериментальних робіт, встановлено, що:

тепловий режим доменного виробництва залежить не тільки від протікаючих у ньому процесів, а й від зовнішніх факторів таких як нагрів дуття, склад поступаючої шихти та інше;

передбачення поведінки системи дає можливість уникнути невизначеностей і знизити обчислювальну похибку, а також зробити технологічний процес більш продуктивним та якісним.

У подальшому є актуальним створення і розвиток систем автоматичного керування на основі нечіткої логіки, які змогли б безпосередньо застосовувати якісно сформульовані експертні знання для генерування управляючих дій на об'єкт управління.

Список літератури

1. Гулина И.Г. Адаптивная САУ сложным многосвязным объектом управления с интеллектуальным прогнозированием / И.Г. Гулина, В.И. Корниенко // Системы обработки информации. – 2011. – Вып.87. – С. 57-62. – ISSN 1681-7710

2. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування: Підручник [Текст] / Попович М.Г., Ковальчук О.В., – К.: Либідь, 1997р., – 533 с.

3. Terano T., Asai K., Sugeno M., Fuzzy Systems Theory and its Applications, Academic Press, London 1992.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТОВ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

В результате взрывов, вследствие выделений примесей пород, работы оборудования и других факторов состав воздуха горных выработок изменяется [1]. По действующим в Украине правилам безопасности [2,3] допустимое содержание метана не должно превышать 0,5-2%, водорода – 0,5%. Для создания нормальных атмосферных условий применяют рудничную вентиляцию, которая минимизирует действие ядовитых газов, температур и предупреждает скопления вредных веществ. В условиях изменяющихся параметров использование стандартных методов расчета является довольно сложной инженерно-технической задачей. Поэтому автоматизация функционирования вентиляционных систем (ВС) является актуальной для систематического анализа состава воздуха в штатных и аварийных режимах, моделирования режимов систем рудничной (шахтной) вентиляции, выбора оптимальных параметров при решении задач (расчет составляющих естественной тяги; выбор режимов работы вентиляторов; расчет распределения воздуха для гетерономных сетей; оценка безопасности воздушной среды при функционировании ВС и т.п), а также для моделирования вентиляционной обстановки при аварийных ситуациях и формирования планов их ликвидации.

Проанализированы программные продукты, автоматизирующие расчеты параметров вентиляции и реализовывать соответствующие задачи. Среди них - продукт «IRS Вентиляция-ПЛА», включающий задачи формирования информационной модели шахтной вентиляционной сети, формирования плана ликвидации аварий, противоаварийной защиты и информационного обеспечения руководителей. Также исследован программный комплекс «Вентиляция», который реализовывает моделирование штатных и аварийных вентиляционных режимов, а также моделирование вентиляционных режимов, которые предусмотрены планом ликвидации аварии.

Исследовано, что применение автоматизированной системы (АС) «Расчет вентиляции» на базе геоинформационной системы K-MINE позволяет в полной мере использовать ее в качестве системы поддержки принятия решений для оптимизации регулирования распределения воздуха в шахтах и рудниках, что существенно уменьшает воздействие загрязняющих веществ и повышает безопасность ведения горных работ. Моделирование производится путем построения сложных гетерономных сетей с источниками добавления и распределения воздушных потоков с учетом постоянно изменяющихся во времени факторов.

При выполнении расчетов моделируются учет физического состояния атмосферы дневной поверхности и рудничной атмосферы, орография расположения шахты или рудника, пространственная ориентация устьев горных выработок, процессы взаимодействия с работой оборудования в сети, а также неоднородность аэродинамического сопротивления в зонах очистного пространства. Критерии оптимизации вентиляционной сети: минимизация энергетических затрат или количества регуляторов. Система рассчитывает оптимальные маршруты вывода работников из зон аварии, движения спасателей к месту аварии, определяет категории их работ по участкам, определяет путь движения в безопасных и загазованных выработках с учетом непроходимых. Эффективность системы при проектировании и эксплуатации систем шахтной (рудничной) вентиляции определяется снижением затрат электроэнергии за счет выбора оптимального режима работы активных регуляторов; уменьшением объемов горно-капитальных работ на вентиляционные выработки на 3-5% за счет анализа ситуации; снижением до 25% затрат на оборудование и сооружения за счет оптимального расположения с учетом орографии местности; повышением скорости реагирования на изменения вентиляционной ситуации, обработки и анализа депрессивных съемок и т.п.

Список літератури

1. Аэрология горных предприятий. / [К.З. Ушаков, А.С. Бурчаков, Л.А. Пучков, И.И. Медведев]; под редакцией проф., д-ра техн. наук К.З. Ушакова. – 3-е изд. переработанное и дополненное. – М.: Недра, 1987. – 421 с.
2. Правила безпеки у вугільних шахтах / Затверджено Наказом Міністерства праці та соціальної політики України 22.08.2000 №215. – Київ, 2000.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі): СанПиН 4617-88 від 26.05.1988.

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Структуры современных технических систем отличаются большим разнообразием и сложностью. В связи с этим перед разработчиками систем возникает ряд серьезных проблем, связанных с проведением качественного и количественного анализа эффективности функционирования систем. Анализ технологического опыта лидеров производства программных продуктов показывает, насколько дорого обходится несовершенство прогноза трудозатрат, сложности программ, негибкость контроля и управления, приводящие к последующей трудоемкой его переделке. Эти обстоятельства, требуют тщательного отбора методик, моделей, методов оценки качества программных систем. Повышение требований к функционированию влечет за собой совершенствование средств и методов изучения программных систем. Это необходимо при обнаружении дефектов в системах, при этом для анализа целесообразнее использовать модели систем. Поэтому совершенствование методов и средств моделирования программного обеспечения является актуальной задачей. Сложности при моделировании программных систем обусловлены: разнородностью элементов, изменчивостью структуры, разнообразием режимов работы, сложностью программного обеспечения и др. Для моделирования сложных программных систем непригодны или ограничены в применении методы математического программирования, дифференциального исчисления и теории множеств.

Метод статистического моделирования программных систем

Структура программной системы является основой для построения ее математической модели. Основываясь на структуре системы, строим ее имитационную модель. Статистическим имитационным моделированием называется следующая последовательность действий:

- многократный прогон модели
- накопление результатов прогонов
- статистическая обработка накопленных результатов
- расчет средних значений необходимых характеристик
- расчет математических ожиданий искомых характеристик

Статистическое моделирование может быть организовано по принципу приращения времени, по принципу особых состояний, по принципу логико-вероятностного моделирования. В нашей работе использован принцип приращения времени, т.к. два следующих принципа, хоть и уменьшают машинное время обработки, но требуют построения сложных подмоделей, что в итоге сводит на нет выигрыш во времени. Данный принцип основан на следующем алгоритме: ввод исходных данных; формирование исходных условий; формирование случайных событий; приращение времени; прогон системы; анализ результатов; статистическая обработка; проверка достижения нужного числа прогонов и результатов; анализ окончания моделирования; документирование. При изучении программных систем, определении их сложности, надежности и других характеристик, оптимально применение комбинированного моделирования. Для определения и исследования системных показателей применяем статистическое моделирование, для определения и изучения верификационных характеристик, цикломатического числа - строим графическую модель в виде управляющего графа. При построении комбинированной математической модели программных систем возможно также, использование метрики сложности по Холстеду: Словарь программы

$$n = n^1 + n^2;$$

Длина программы: $N = n^1 \log_2 n^1 + n^2 \log_2 n^2$;

Объем программы: $V = N \log_2 n$;

Прогноз числа ошибок: $B = N \log_2 n / 3000$;

Индекс сопровождаемости кода: $MI = \text{MAX}(0, (171 - 5.2 * \ln(V) - 0.23 * CC - 16.2 * \ln(\text{LoC})) * 100 / 171)$,

Время программирования программы: $T = (n^1 N^2 (n^1 \log_2 n^1 + n^2 \log_2 n^2) \log_2 n^{1/2} n^2 S$, где: S – число Страуда; CC – Цикломатическая сложность; LoC – Количество строк кода; n^1 – число операторов; n^2 – число операндов.

УДК 622.781

Т.А. ОЛІЙНИК, д-р техн. наук, проф., Л.В. СКЛЯР, канд. техн. наук, доц.,
В.О. ТКАЧЕНКО, магістр, Криворізький національний університет

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ РУД ТА ЗАЛІЗОВМІСНИХ КОНЦЕНТРАТІВ ВІД ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК

У наш час 98,5 % залізорудної продукції використовують для потреб чорної металургії, отож вимоги до якості мінерально-сировинної бази виходять із вимог до сталі, чавуну, а також з технологічних особливостей сталеплавильного виробництва. Оскільки в Україні та Східній Європі основним технологічним процесом є доменний, то вимоги до якості залізорудної продукції орієнтовані насамперед на нього. Основним завданням є забезпечення залізодобувної промисловості високоякісною мінеральною сировиною, придатною для якісної металургії.

Металургійна цінність залізних руд і концентратів визначається масовою часткою в них корисного компонента (Fe), а також вмістом домішок: корисних (Mn, Ni, Cr, V, Ti), шкідливих (S, P, As, Zn, Pb, Cu, K, Na) і шламоутворюючих (Si, Ca, Mg, Al). Фосфор в магнетитовій та гематитових концентратах, як правило, представлено апатитом в тонких фракціях менше 20 мкм, а також частина фосфору входить до складу цементної маси, яка зв'язує тонкодисперсні зерна мінералів заліза. Тому механічними способами важко видалити його до масової частки, що задовольняє вимогам металургійних переділів. У зв'язку з цим розробка ефективної технології знефосфорення залізорудного концентрату, що забезпечує зниження вмісту фосфору до світових вимог, є актуальним практичним завданням.

В основному застосовуються металургійні методи видалення фосфору з концентратів. Для зменшення вмісту фосфору в залізорудних концентратах використовуються два методи прямого відновлення фосфору: метод прямого відновлення фосфору шляхом його переведення в шлак, при цьому вміст фосфору знижується до 0,1%, а вилучення заліза становить лише 80,8 % та метод прямого відновлення фосфору шляхом вдування кисню, повітря та вапняного пилу в конвертор для дефосфації руди. До недоліків цих методів необхідно віднести їх неекономічність, великі втрати заліза (до 20 %) та екологічні проблеми. Останнім часом найбільш поширеними способами знефосфорення металовмісних руд є хімічні методи - лужне або кислотне вилуговування з відділенням вилугованого концентрату.

На підставі аналізу результатів вивчення речовинного складу, хімічних, мінералогічних властивостей магнетитових і гематитових концентратів та властивостей апатиту прийшли до висновку про доцільність проведення знешламливання магнетитових концентратів та прямої флотації апатиту з гематитових концентратів.

Знешламливання було проведено на пробі магнетитового концентрату з метою виведення класу мінус 0,02 мм, де, в основному концентрується тонкоподрібнений апатит. Масову частку фосфору в концентраті вдалося знизити в 2,37 рази - від 0,071 до 0,03 %, що задовольняє міжнародним стандартам на якість магнетитового концентрату.

На пробі гематитового концентрату були проведені дослідження з прямої аніонної флотації апатиту. При флотаційних дослідженнях як аніонний оксигідрільний колектор використовувалося мило дистильованого талового масла.

Для встановлення закономірностей процесу флотації, проведено ряд експериментів за методом латинського квадрату в результаті яких отримали позитивні результати: у гематитовому концентраті вдалося знизити масову частку фосфору в 2,87 рази з 0,343 до 0,12 %.

Найкращі показники із знефосфорення (за масовою часткою фосфору в концентраті) отримані при витраті реагентів (г/т): МДТМ - 500 г/т, крохмаль - 2500 г/т, сода - 1000 г/т.

У результаті аналізу проведення досліджень та синтезу отриманих наукових результатів, була розроблена технологія видалення фосфору з магнетитових та гематитових концентратів, яка дозволяє знизити вміст фосфору в сумарному концентраті з 0,14 до 0,04 %.

При подальшому вдосконаленні режиму флотаційного доведення гематитових концентратів планується зниження масової частки фосфору до 0,02 %.

ЗАЛУЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ М'ЯКОАБРАЗИВНОГО МАТЕРІАЛУ

При видобутку та збагаченні корисних копалин значна частина матеріалу надходить у відходи. Для зниження негативного впливу на зовнішнє середовища відходів необхідно їх залучати до виробництва у якості додаткової сировини.

При розробці родовищ ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» розкривну породу складають у відвали. Одним з породоутворюючих мінералів цих порід є гранат вміст якого в них складає в окремих пластах досягає 25-30 %. З метою збільшення рентабельності розробки родовища для ПАТ «Північний ГЗК» та зменшення екологічного навантаження на навколишні райони становить інтерес залучення в переробку розкривних порід на предмет вилучення граната. Гранат відноситься до числа природних абразивних матеріалів. Завдяки своїй високій твердості гранатові шліфматеріали здатні замінити дорогі штучні абразиви у деревообробній, скляній та легкій промисловості. При цьому середня ціна 1 т гранатового концентрату, що європейські країни завозять із США та Австралії - 175 дол. США.

Раніше була розроблена технологія, заснована на різниці поділюваних мінералів за формою, крупністю і щільністю та був отриманий гранатовий концентрат кондиційної якості. Однак крім концентрату виділявся продукт зі вмістом гранату понад 17 %, який прямував у відходи. Він складався переважно з мінералів, які втратили при рудопідготовці свою габітусну форму.

У запропонованій технології не було враховано відмінність поділюваних граната, кварцу і рудних мінералів у магнітних і електричних властивостях. Тому подальші дослідження були направлені на вивчення поведінки частинки при сухому магнітному збагаченні для ефективного поділу граната і інших мінералів, що входять в сланці розміром мінімум 4 мм.

Збагачення сировини проходило за двома гілками, що утворились в результаті попереднього поділу на пневмокласифікаторі. Крупна фракція відразу спрямовувалася на високоградієнтну магнітну сепарацію з однією перемішкою отриманого промпродукту. Дрібна фракція перед високоградієнтною сепарацією проходила контрольне грохочення, для виділення крупного куммінгтоніту, який має таку ж насипну масу, як і невеликий клас граната. Отримані концентрат і хвости з двох гілок об'єднуються між собою.

Для видалення з подрібнених сланців дрібних класів, що не містять гранат, використовувалася повітряна класифікація в горизонтальному класифікаторі.

Як показали результати досліджень, з вертикального потоку початкового матеріалу при перетині його горизонтальним потоком повітря виноситься, окрім дрібних частинок, також і частина крупних зерен порожньої породи. Тому класи крупності мінус 4 плюс 0,25 мм, значно збагачені гранатом. Явище збагачення сировини пневмосепарацією можна пояснити, по-перше, пластинчастою формою частинок сланцевої маси, яка значно підвищує їх аеродинамічний опір, і, по-друге, вищою щільністю зерен граната.

Аналіз результатів дослідження впливу швидкості потоку повітря в камері сепаратора на технологічні показники пневматичного збагачення роздроблених сланців показав, що підвищення швидкості потоку приводить до збільшення виходу хвостів. Так, при підвищенні швидкості потоку з 2,3 до 4,7 м/с вихід хвостів збільшується в 1,5 раз. Проте, при цьому спостерігається і збільшення втрат гранату з хвостами, причому найпомітніше таке явище виявляється при швидкості, що перевищує 4,7 м/с. Так, при підвищенні швидкості до 5,2 м/с вихід хвостів збільшується трохи (на 2,9 %), а втрати граната з ними - більш ніж в 3 рази (з 0,4 до 1,3 %). Тому можна дати висновок, що даний процес доцільно проводити при швидкості потоку близько 4,7 м/с. Отриманий концентрат за змістом цінного компонента повністю задовольняє вимоги до якості абразивних матеріалів.

Отже, при збагачення гранатвміщуючих сланців Ганнівського родовища будуть вирішені наступні питання: розшириться сировинна база ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат»; збільшиться ринок готової продукції комбінату, за рахунок виробництва м'яко абразивних матеріалів; покращиться екологічний стан району, за рахунок зменшення обсягів відвалів.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ ШЛАКІВ ТЕС

Переробка твердого палива пов'язана зі значним виходом мінеральних відходів. Паливні шлаки й золи виходять з мінеральних речовин, що залишаються при спалюванні кам'яного і бурого вугілля, торфу, інших сланців і рідкого палива. На багатьох теплових електростанціях (ТЕС) вихід золи і шлаку перевищує 1 млн т в рік.

Тривалий час вважалося, що мінеральні компоненти твердого палива є баластом при його переробці, тому відходи прямували у відвали, що приводило до зростання обсягів золовідвалів, спорудження яких пов'язане з відчуженням орної землі, вимагало великих капітальних витрат і порушувало природний екологічний баланс.

Широкі дослідження мінеральних компонентів дозволили виявити практичну цінність шлаків як вторинної сировини.

Дослідження велися в напрямку розділення мінеральних компонентів за щільністю, за гідравлічною крупністю та щільністю в полі відцентрових сил, а також поділу за магнітними, флотаційними властивостями і по електропровідності.

У результаті досліджень встановлено, що шлаки найчастіше являють собою пухку масу з зернами різних розмірів, рідше щільні оплавлені і лише частково спечені пористі шматки шлаку.

У складі шлаків можна виділити три групи речовин: кристалічна, склоподібна, органічна. Кристалічна речовина представлена первинними мінералами речовини палива (магнетит, гематит, кварц) і новоутвореннями, отриманими в топковому процесі (силікати, алюмінати).

У топкових процесах відбувається ряд перетворень, які не встигають завершитися до настання рівноважного стану.

Продуктом такої незавершеної рівноваги є склоподібна фаза. Різноманітність склоподібних фаз зводиться до чотирьох видів, що відрізняються кольором і показником заломлення:

А - безбарвна, - жовта, З - бура, Д - чорна.

Аналіз склоподібних фаз показав, що переважаючими за хімічним складом компонентами є оксиди кремнію, алюмінію і заліза.

В золошлаках найбільш цінними є: ванадій, вміст якого становить 0,04% та скандій - 0,002%. Ітрій, нікель, германій, хром і титан розглядаються як попутні продукти.

Технологічна схема хімічного збагачення ванадійвмісних продуктів включала: підготовку шихти; спікання шихти, подрібнення спеку, вилуговування водою і сірчаною кислотою, фільтрування і промивання залишку.

При дотриманні оптимальних умов може бути вилучено більше 99 % V_2O_5 .

Технологічна схема хімічного збагачення алюмініївмісного продукту включала: підготовку шихти, яка складалася з шлаку і вапняку, спікання, подрібнення спеку, агітаційне вилуговування алюмінію розчином соди, відділення твердого осаду від алюмінатного розчину з можливістю подальшої його переробки на глинозем.

Вилучення алюмінію склало до 50 %. Отже, гідрометалургійна переробка шлаків ТЕС дозволить розширити сировинну базу для отримання чистих V_2O_5 і Al_2O_3 .

На підставі виконаних пошукових досліджень була розроблена комплексна технологічна схема збагачення шлаків ТЕС.

Вона передбачала комплексну технологію збагачення з отриманням залізо-, вугле- та алюмомісткого концентратів.

Друга схема передбачає також отримання мікросфер, які за своїми властивостями близькі до порожнистих мікросфер, які отримують з розплавів промисловими методами.

Суттєво, що вартість порожнистих мікросфер із золи ТЕС у декілька разів нижче, ніж отримуваних промисловими методами.

Встановлено сукупність унікальних властивостей мікросфер: низька щільність, малі розміри, сферична форма, висока твердість і температура плавлення, хімічна інертність, які зумовлюють щонайширший спектр застосувань мікросфер в сучасній промисловості.

В.В. МОВЧАН, канд. хім. наук, доц., А.Ю.СКЛЯР, студентка,
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ОБ'ЄМІВ ТА НОРМ ВОДОСПОЖИВАННЯ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ КРИВБАСУ

Застосовувані в даний час гірничо-збагачувальними підприємствами технології видобутку, збагачення та переробки руд припускають максимальне використання оборотного водопостачання, що істотно зберігає водні ресурси і знижує забруднення навколишнього середовища. Джерелом забруднення при веденні гірничих робіт є, в першу чергу, накопичені розкриті і перероблені породи у відвалах і хвостосховищах, а також продукти окислення мінералів важких металів: міді, свинцю, цинку і заліза.

Якість і властивості, а також об'єми води, що використовується для виробничих цілей, необхідно встановлювати в кожному конкретному випадку залежно від призначення води, вимог технологічного процесу з урахуванням сировини, що переробляється, технології збагачення, характеристик обладнання, що застосовується. Загальний об'єм водоспоживання можна розділити на три напрями: для технологічних потреб, для потреб допоміжного виробництва, на господарчо-питні потреби. Виходячи з цього, розраховано об'єми та норми водоспоживання для ряду гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу з метою їх порівняльного аналізу та використання в виробничій діяльності зазначених підприємств.

Аналіз одержаних результатів дозволяє зробити наступні висновки. Загальне водоспоживання (оборотна, питна, кар'єрна, технічна вода) за напрямками використання становить в середньому: на технологічні потреби - 99,0%, потреби допоміжного виробництва - 0,6%, господарчо-питні потреби - 0,4%. За останні роки спостерігалася тенденція зменшення загального об'єму водоспоживання гірничо-збагачувальними підприємствами Кривбасу, що пояснюється як певним зменшенням випуску товарної продукції, так і заходами по впровадженню раціонального водокористування. На поточний момент загальний об'єм водоспоживання є найбільшим на ІнГЗК - 689219 тис.м³/рік, найменшим ЦГЗК - 193832 тис.м³/рік, що не зовсім корелюється з об'ємами продукції, що випускається (найбільше ПівнГЗК, а найменше ЦГЗК). У той же час, питної води найбільше споживає ПівдГЗК - 5239 тис.м³/рік, а найменше ЦГЗК - 571 тис.м³/рік. Доля оборотної води в загальному водоспоживанні гірничо-збагачувальних підприємств Кривбасу коливається в межах від 96,41% (ПівдГЗК) до 99,65% (ІнГЗК). Доля водоспоживання питної води найбільшою є на ПівдГЗК (1,6%), а найменшою на ЦГЗК (0,29%). При цьому необхідно зазначити, що переважна частина питної води використовується для потреб господарчо-питного водоспоживання, а не в технологічних процесах.

Для коректного порівняння норм водоспоживання ми використали норми, розраховані на вид продукції, що випускається всіма гірничо-збагачувальними підприємствами Кривбасу - виробництво концентрату. Найвищою нормою споживання оборотної води є на ІнГЗК - 47 м³/т концентрату, а найнижчою на НКГЗК - 28 м³/т концентрату. Норма споживання питної води є найвищою на ПівдГЗК (0,38 м³/т), а найнижчою на ПівнГЗК (0,07 м³/т). Отже, на гірничо-збагачувальних підприємствах нашого регіону ще є певний резерв для більш ефективного використання водних ресурсів, а отже і покращення екологічного стану довкілля.

Важливим завданням, що вирішується при організації систем оборотного водопостачання на гірничо-збагачувальних підприємствах, є очищення і кондиціонування оборотних вод до рівня, що забезпечує збереження технологічних показників збагачення, які досягаються при використанні природної води. На гірничо-збагачувальних підприємствах Кривбасу для покращення якості оборотної води та поповнення водного балансу використовується, зокрема, кар'єрна та технічна річкова вода (0,5-1,5% від загального об'єму).

Одночасно повинне вирішуватися завдання очищення та залучення в водооборот стоків інших споживачів водних ресурсів, що знаходяться в промисловій зоні гірничо-збагачувального комбінату, в тому числі господарсько-побутових стоків. Частковим вирішенням такої проблеми може бути, наприклад, направлення в хвостосховище як фільтраційно-дренажних вод, так і господарсько-побутових стоків.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ АГЛОРУДИ ПІДЗЕМНОГО ВИДОБУТКУ КРИВБАСУ**

Погіршення якості товарної продукції, зростання її собівартості, а також зміна кон'юнктури світового ринку привели до того, що залізородна продукція вітчизняних виробників майже втратила свою конкурентоспроможність. У цих умовах вирішальне значення набувають питання, пов'язані з поліпшенням якості товарної продукції та зменшенням її собівартості. Видобуток руд підземним способом призводить до неминучого засмічення багатих гематитових руд контактуючими з ними бідними кварцитами і порожньою породою, що в цілому призводить до зниження якості товарної аглоруди. Для вирішення завдання по збагаченню гематит-мартитових руд шахтного видобутку, які використовуються для виробництва агломерату, в даний час важливе значення має створення технічних рішень по підвищенню якості кінцевої продукції, які можливо реалізувати на існуючих дробильно-сортувальних фабриках (ДСФ), без суттєвих капітальних вкладень. Проведено дослідження по підвищенню якості аглоруди, шляхом зміни потоків існуючої технологічної схеми ДСФ та використання високоінтенсивної сухої магнітної сепарації кінцевої товарної продукції, на прикладі Шахтоуправління ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

З метою вибору оптимальної схеми підвищення якості аглоруди існуючої ДСФ було проведено наступні дослідження: вивчення можливості підвищення якості аглоруди шляхом зміни напрямку руху потоків існуючої технологічної схеми; вивчення впливу подальшої сухої магнітної сепарації продуктів отриманих після зміни напрямку руху потоків існуючої технологічної схеми на якість кінцевої аглоруди.

При обстеженні існуючої технологічної схеми ДСФ було встановлено, що в кінцевій стадії грохочення, після третьої стадії дроблення, спостерігається низька ефективність операції класифікації. Це свідчить про накопичення в даній операції матеріалу з низьким вмістом заліза, який разубожнює продукти грохочення. Розмикання циркуляції в кінцевій стадії грохочення, після третьої стадії дроблення, дозволило вивести з процесу надрешітний продукт грохота, з низьким вмістом заліза і нормалізувати операцію грохочення. При цьому якість кінцевої аглоруди підвищилась на 2,6 % - від 53,2 % до 55,8 %.

Подальша суха магнітна сепарація, отриманої після розмикання циклу дроблення аглоруди, додробленої до крупності 10-0 мм, також дозволила підняти якість кінцевої аглоруди на 2,6% - з 55,8% до 58,4%. За результатами проведених досліджень була розроблена математична модель впливу виводу з процесу дроблення бідної надрешітної фракції та подальшої сухої магнітної сепарації аглоруди на якість кінцевої товарної продукції. Дана залежність описується поліномом другого ступеня, %

$$\beta_{к-ту}=60,34+0,1069+0,89B+0,3019B,$$

де β - вміст заліза в надрешітному продукті контрольного грохочення III стадії дроблення, %; B - індукція магнітного поля сепаратора, Тл.

Проведені технологічні дослідження по збагачуваності руди підземного видобутку за вказаними варіантами показали, що найбільш оптимальною є схему збагачення за варіантом 4, так як отримано найбільш оптимальні значення збагачення:

по першому варіанту з вихідної аглоруди з вмістом заліза 55,8 % можливо отримати магнітний продукт з вмістом заліза 58,5 % при його виході від операції 90,7 % та вилученні 95,1 %; вміст заліза в хвостах склав 29,4 %;

по другому варіанту можна отримати магнітний продукт з вмістом заліза 58,4 % при його виході від операції 91,0 % та вилученні 95,3 %; вміст заліза в хвостах склав 29,1 %;

по третьому варіанту можна отримати магнітний продукт з вмістом заліза 58,4 % при його виході від операції 91,4 % та вилученні 95,6 %; вміст заліза в хвостах склав 28,5 %;

по четвертому варіанту можна отримати магнітний продукт з вмістом заліза 58,2% при його виході від операції 92,8 % та вилученні 96,8 %; вміст заліза в хвостах склав 24,8 %.

Отже на основі проведених досліджень розроблена технологія підвищення якості руди підземного видобутку Шахтоуправління, по якій з вихідної руди з вмістом заліза 53,2% можливо отримати аглоруду з вмістом заліза 58,4 % при виході від вихідної 84,5% та вилученні заліза 92,8 %. Вміст заліза в хвостах складе 24,7 %.

РОЗРОБКА НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ ХРОМІТОВОЇ РУДИ

Останніми роками в зв'язку з розвитком в Україні ринку легованих сталей на підставі використання ферохрому виникає необхідність створення вітчизняної бази цієї сировини.

Середнє Побужжя є єдиним районом в Україні, де відомі родовища і рудо прояви хромітів.

Тим не менш, хімічний склад руд Побужжя не дозволяє застосовувати їх для виробництва стандартного ферохрому з через низьке співвідношення Cr: Fe, що дорівнює $\sim 1:1$, хоча дана сировина є цінним джерелом хрому, оскільки містить його в середньому близько 25 %.

Вирішити проблему дефіциту хромітової сировини в Україні можливо вивченням характеристик Побужського хромового концентрату як металургійної сировини, а також визначенням принципової можливості його збагачення методами магнітної сепарації та гравітації.

Важливим аспектом у розв'язанні цієї проблеми є: аналіз сучасних технологій збагачення хромітових руд; геологічна та мінерало-технологічна характеристика хромітових руд; теоретичне обґрунтування, експериментальні дослідження і розробка технологічних рекомендацій по використанні вітчизняної сировини.

Практикою збагачення хромітових руд показана доцільність застосування для їхнього поділу таких процесів як гравітаційне збагачення та магнітна сепарація.

При гравітації отримують концентрати з вилучення 80-90 % при вмісті Cr_2O_3 в ньому 48-54 %.

Магнітна сепарація дозволяє отримати концентрати з вмістом окисі хрому в межах 45-51 %, при вилученні 90-99 %.

При комбінації цих же методів маємо вилучення понад 83 % хроміту в кінцевий продукт.

Було встановлено, що Капітанівське родовище хромових руд має промислове значення, його руди представлені: масивними (Cr_2O_3 -35 %), вкрапленими (Cr_2O_3 -16-35 %) і рідковкрапленими ($\text{Cr}_2\text{O}_3 < 15$ %) рудами.

В результаті вивчення руд Капітанівського родовища визначено, що основними рудними мінералами є хромшпінеліди, нерудні - серпентинові і глинисті мінерали.

Для розробки технології збагачення хромітових руд досліджено особливості механічних і гравітаційних властивостей, складу і будови хромітових руд Капітанівського родовища, що визначають розділення мінералів гравітаційно-магнітним збагаченням.

Встановлено такі мінералогічні критерії оцінки технологічних властивостей руд Капітанівського родовища:

Неоднорідна текстура з вмістом хромшпінеліду від 1 *n* до 90 %.

Вельми твердий слабо крихкий хромшпінелід ($H=1321-1490$ кг·с/мм²; $K_{xp}=1,9-3,0$) утворює зростання по рівним прямолінійним границям з м'якими вторинними силікатами ($H=131-147$ кг·с/мм²), обумовлюючи селективність.

Більше 99% зерен хромшпінеліду бідної руди Капітанівського родовища має розмір менше 0,03-0,5 мм, тому крупність її глибокого збагачення не повинна перевищувати 0,5 мм.

Випробування по оцінці збагачуваності, лабораторних проб хромітових руд проводилися з урахуванням розроблених режимів і текстурно-структурних особливостей мінералів, що дало можливість отримати такі результати збагачення: масова доля Cr_2O_3 коливається в межах 30,4 - 42,6%, при вилученні 12,3-75,5 % та виході концентрату 65,0-97,6 %.

Отже, на підставі проведених досліджень розроблена можлива технологія збагачення хромітової руди яка включає первинне збагачення на концентраційному столі, з двома перемістками та чотирма стадіями магнітної сепарації з отриманням концентрату, проміжного продукту і хвостів.

Доведення магнітною сепарацією дозволила отримати концентрати хроміту з вмістом Cr_2O_3 42,4 % при вилученні 97,4 % з виходом 72,5 %.

РОЗРОБКА НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ МАРГАНЦЕВИХ ШЛАМІВ

За обсягами розвіданих запасів та видобутку марганцевих руд Україна посідає перше місце серед країн СНД і провідне у світі. Розвідані та підготовлені до розвідки запаси марганцевих руд України (Нікопольський басейн та Великотокмацьке родовище) становлять близько 3 млрд. тон із середнім вмістом марганцю у них 23,1 %. При розробці Нікопольського родовища марганцевих руд в шламосховища Орджонікідзевського гірничо-збагачувального комбінату нами-то шламів з середнім вмістом марганцю 10-12 %. Крім того, великі потоки шламовій пульпи, процеси дренажу стічних вод у ґрунт, пересихання окремих ділянок шламосховищ значно погіршило екологічну та санітарну обстановку в густонаселених районах видобутку та переробки марганцевої руди. Тому розробка нової технології переробки марганцевих шламів, які накопичилися за десятки років експлуатації ГЗК, являється актуальною науково-практичною задачею.

При виконанні технологічних випробувань марганцевих шламів з використанням високоінтенсивних сепараторів були поставлені наступні завдання: проаналізувати сучасний стан збагачення марганцевих шламів; розробити методику проведення досліджень; вивчити речовинний, гранулометричний склад марганцевих шламів; вивчити технологічні властивості марганцевих шламів; виконати аналіз та синтез отриманих результатів досліджень та також розробити технологічну схему збагачення марганцевих шламів.

Найбільш технологічно вивчені марганцеві шлами шламосховища «Максимовських ставки». Шлами залягають у вигляді горизонтального пласта потужністю від 3,6 до 16,4 м. Середня вологість складає 25,69%. Справжня щільність становить 2890-2950 кг/м³, об'ємна щільність 1680 кг/м³. Вміст марганцю в шламах в середньому становить 13,6%, фосфору - 0,154%.

Дослідження проби марганцевих шламів показало, що марганцева сировина складена в основному кварцом (40,5 заг.%), другорядними являються мінерали марганцю (23,7), кальцит (19,2), глинистий мінерал (6,4), гідроксиди залізу (5,6), барит (4,6).

Для магнітного збагачення матеріалу крупністю 3-0,074 мм практиці переробки марганцевих руд застосовуються електромагнітні валкові сепаратори типу ЕВМ.

Були проведені експерименти зі збагаченню вище вказаного продукту на сепараторі ЕВМЛ-27/10, при індукції магнітного поля в робочому зазорі 1,2 Тл. Валок мав виступи (рифлі) розміром 16 мм з кроком 16 мм.

Досліди проведені у неперервному режимі з отриманням партій концентрату та хвостів. В результаті дослідів із вихідного живлення сепаратора з вмістом марганцю 14,6 % був отриманий магнітний продукт з вмістом марганцю 34,1 % при виході від вихідного живлення 28,7 % та вилученням в нього марганцю 67,0 %. Вміст марганцю у хвостах склав 6,8 %. Отже, з вихідних шламів природної крупності 3-0 мм, після видалення із них класу 0,074-0 мм, магнітною сепарацією на валковому сепараторі був отриманий концентрат з вмістом марганцю 34,1 %. Результати вивчення речового складу дозволяють зробити висновок про доцільність застосування магнітних методів збагачення цих продуктів.

По отриманим даним проведення аналізів результати встановили що у вихідних шламах у фракціях крупністю +0,56 та 0,315 +0,16 вміст марганцю визначає питому магнітну сприйнятливості згідно ступеня рівня IV ступеня з достовірністю апроксимації 0,9011 та 0,9583, а у логарифмічного рівняння з достовірністю апроксимації 0,8837 та 0,917, що дозволило обґрунтувати магнітну сепарацію як найбільш раціональний спосіб збагачення марганцевих шламів.

Отже, основною метою магнітної сепарації є виділення марганцеворудного концентрату з марганцевих шламів з шламосховища з середнім вмістом марганцю 10-12 %, так як результати лабораторних випробувань дозволило довести доцільність і можливість виділення марганцевого концентрату з вмістом марганцю 34,1 %.

Тому результати вивчення речовинного складу дозволяють зробити висновок про доцільність застосування магнітних методів збагачення цих продуктів.

**ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН
В ПРОЦЕСІ ФІЛЬТРАЦІЇ МАГНЕТИТОВИХ КОНЦЕНТРАТІ ПАТ «ПІВНГЗК»**

Технологія переробки руд родовищ ПАТ «ПівнГЗК» ведеться у водному середовищі, а концентрати отримують у вигляді пульпи зі вмістом твердого в ній приблизно 50 %. Крім масової частки цінного компонента волога концентрату є показником його якості. На даному етапі розвитку виробництва перед підприємствами гірничо-металургійного комплексу однією з основних задач являється підвищення якості концентрату.

Підвищення масової частки цінного компоненту у концентраті веде до необхідності подрібнювати вихідної сировини до класу крупності мінус 44 мкм, через тонку вкрапленість основного залізовмісного мінералу. Це приводить до збільшення питомої поверхні концентратів до 180-200 м²/кг і більше. Концентрати з такою питомою поверхнею відносяться до тих, що важко фільтруються. Для їх зневоднення на гірничо-збагачувальних комбінатах використовують дискові вакуум-фільтрах, які дозволяють отримати кек з вологою 10,4-12 %. Але для виробництва обкотишів необхідна волога повинна складати 9,2-9,7 %. Тому зниження вологи в готовому продукті є актуальним завданням, яке ставлять перед собою залізородні комбінати.

Для забезпечення необхідної продуктивності та якості в роботі збагачувальних фабрик потрібне розширення не тільки кількості фільтрувального устаткування, але й збільшення його типорозмірів, що спричинить значні капітальні і експлуатаційні витрати. Проте потреба у продуктивнішому устаткуванні випереджає темпи його створення, що викликає необхідність пошуку інших шляхів інтенсифікації процесу фільтрації.

За аналізом літературних джерел можна зробити висновки, що крім розробки нового обладнання та удосконалення вже існуючого інтенсифікувати процес фільтрації можливо наступними методами: застосування сушки, пару, електроосмосу, вібрації. Але ж застосування цих методів, для зниження вологи у концентраті та підвищення продуктивності обладнання, можливе тільки після достатньо обґрунтованого економічного розрахунку, оскільки процес сушки, обробки паром, електроосмосу - дорогий процес. Впровадження у виробництво нового обладнання не завжди є технічно можливим, через різні габарити з існуючим обладнанням.

Ефективність зневоднення значно зростає при фізико-хімічній обробці пульпи реагентами-інтенсифікаторами - низько і високомолекулярними з'єднаннями. До них відносять природні і синтетичні поверхнево-активні речовини (ПАР). Це звичайно органічні речовини, похідні вуглеводнів, що входять, наприклад до складу нафти. Джерело поверхневої активності – вуглеводневий ланцюг: чим він довший, тим вище поверхнева активність речовини. Основна властивість ПАР у здатності їх молекул адсорбуватися на поверхнях частинок, тобто міцно зв'язуватися з поверхнями, покриваючи їх шаром. Таке покриття різко змінює властивості поверхонь, що особливо важливе при сильно розвиненій поверхні тонких частинок. Направлене застосування ПАР може підсилювати або ослаблювати взаємне прилипання частинок завдяки виборчій адсорбції і орієнтації молекул на поверхні розділу фаз в пульпі відбувається пониження поверхневого і між фазного натягнення, що приводить до зміни стану частинок твердої фази пульпи. Дисперсні і колоїдні частинки злипаються, утворюючи пластівці, які легко відділяються від рідкої фази. Згортання частинок в пластівці відбувається під дією процесів коагуляції і флокуляції. Досліджень з інтенсифікації фільтрування залізородною концентрату ПАР виконувались в інституті «Механобрчермет».

Для досліджень використовували пульпу живлення вакуум-фільтрів з масовою часткою твердого 60 %, масовою часткою Fe_{заг} - 66 %, питомою поверхнею - 180 м²/кг. Дослідження виконувались на пілотній установці, що моделює фільтрування на дисковому вакуум-фільтрі. Як реагент для зневоднення використовувався ПАР - складний ефір сульфосукцінату в розчині. У ході досліджень були виконані порівняльні випробування з фільтрування пульпи без реагенту і з його застосуванням при різних витратах. Вакуум набору і сушки осаду не змінювався і був максимальним - 80кПа. Дослідження проводилися на фільтротканині ТФ-120.

Отже, використання аніонного ПАР дозволяє, при його незначних витратах понизити вологу на 1,5-2 %, при цьому питомі навантаження фільтрування знижуються на 0,1-0,2 % при оптимальних витратах реагенту. Також необхідно провести дослідження з використанням інших ПАР для зниження вологи при фільтруванні концентратів з високою питомою поверхнею.

ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАЛУЧЕННЯ У ПЕРЕРОВКУ ОКИСЛЕНИХ РУД КРИВБАСУ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ЗБАГАЧЕННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ КОНЦЕНТРАТУ

В процесі видобування залізної руди на родовищах Кривбасу, утворилися величезних розмірів техногенні родовища окислених залізистих кварцитів, що видобуваються разом з магнетитовими. На сьогоднішній день постає питання про забруднення навколишнього середовища внаслідок великих запасів окислених руд, що вже займають відведене для них місце та з кожним днем стають все більшими і несуть за собою негативний вплив на екологію Кривбасу. Найшвидше вирішення цього питання є першочерговим не тільки для Кривого Рогу, а й для всієї України.

Як відомо, запаси магнетитових кварцитів стають все меншими, а глибина їх видобування все глибшою. Тому, залучення у переробку окислених залізистих кварцитів, що є перспективною сировиною для розширення чорної металургії дозволяє не тільки підвищити рівень екологічної безпеки у регіоні, а й зумовлює подальший розвиток залізорудної бази Кривбасу, що пов'язаний з переробкою заскладованих окислених залізистих кварцитів, та тих, що попутно видобуваються з магнетитовими кварцитами.

Вимоги до концентратів, отриманих з бідних руд стають більш жорсткішими, тому впровадження нових або вдосконалених технологій їх збагачення дозволяє не тільки отримувати високоякісні концентрати, а й підвищити прибутковість переробки окислених залізистих кварцитів з мінімальними капіталовкладеннями.

Для переробки окислених руд необхідна технологія збагачення, що суттєво відрізняється від традиційної, за якою збагачують магнетитові руди.

Пояснюється це особливостями окислених залізистих кварцитів не тільки за магнітними властивостями, але і тонковкрапленою їх структурою, що зумовлює значне шламоутворенням при їх подрібненні до класу – 0,044 мм через велику кількість легкошламованих мінералів та супроводжується подальшим зниженням якості кінцевого концентрату.

Одним з напрямків підвищення ефективності збагачення окислених залізистих кварцитів Кривбасу, а разом з тим і отримання високоякісного концентрату є інтенсифікація процесу дешламації з впровадження гідроциклону як знешламлюючого апарату.

На підставі вивчення особливостей речовинного складу окислених залізистих кварцитів Кривбасу з метою підвищення економічності збагачувального переділу були проведені дослідження [1] з впливу шламів на показники збагачення та визначення доцільності процесу знешламлення в гідроциклонах з різним кутом конусності, що дасть змогу отримувати конкурентоспроможний концентрат.

Знешламлення подрібненої руди перед збагаченням значно підвищує якість магнітного продукту, при цьому знижуються втрати заліза загального в немагнітному продукті.

Встановлено, що при зменшенні кута конусності гідроциклонів гідравлічний опір знижується.

Внаслідок цього збільшується об'ємна продуктивність при одному і тому ж тиску на вході.

Незважаючи на те, що тангенціальна швидкість в гідроциклонах з малим кутом конусності менше, ніж з великим, за інших рівних умов час перебування зерен у внутрішньому потоці більше.

Таким чином, результати досліджень показали, що застосування гідроциклону з кутом конусності 5° забезпечує ефективне відділення шламів, завдяки чому можливо підвищити якість концентрату до 65,1% і вилученням 71,6%.

Список літератури

1. Разработка рациональной технологии переработки окисленных железистых кварцитов с целью повышения экономичности обогатительного передела: отчет о научно-исследовательской работе / [Н.К. Кравцов, В.Н. Тарасенко, О.А. Булах и др.]. – Кривой Рог: КТУ, 2001. – 67 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТОВАРНОЇ АГЛОРУДИ

Питання підвищення якості продукції є актуальним для всіх підприємств гірничодобувної промисловості. Особливе значення він має для підприємств підземного видобутку руди, на яких вихідна руда, тільки доводиться дробленням і грохоченням до агломераційної крупності 20-0 мм. Умови видобутку руд підземним способом призводять до неминучого засмічення багатих гематитових руд контактуючими з ними бідними кварцитами і порожньою породою, що в цілому призводить до зниження якості товарної аглоруди. Крім цього, наявність великої кількості залізовміщуючих відходів дробарно-сортувальних фабрик (ДСФ) з вмістом заліза загального 42 % та більше, і труднощі з їх складуванням вимагають рішень по їх утилізації. Одним з рішень є, їх переробка з отриманням додаткової товарної продукції у вигляді аглоруди з вмістом заліза загального 57 % та більше. У зв'язку з цим, необхідно зосередити увагу на питаннях ресурсозберігаючого керування технологічними процесами ДСФ, що у свою чергу вимагає аналізу і дослідження взаємозв'язку особливостей речовинного складу продуктів поділу та показників якості отриманої продукції.

На підставі аналізу речовинного складу вихідного живлення ДСФ та залізовміщуючих відходів основного виробництва, було розроблено емпіричні математичні моделі взаємозв'язку співвідношень різновидів руд і порід які надходять на переробку та їх фізичних властивостей, з процесом їх рудопідготовки, що дозволяє запропонувати наступні шляхи управління якістю товарної аглоруди отриманої як з вихідної руди так і з залізовміщуючих відходів.

Для ДСФ Шахтоуправління «Арселор Міттал Кривий Ріг», з отриманням товарної аглоруди з вихідної руди, це [1]:

модель управління якістю аглоруди, яка враховує вміст різновидів і порід у видобутій руді. Розрахунки показують, що зниження виїмки безрудних кварцитів на 3 % дозволяє підвищити вміст заліза загального в руді підземного видобутку на 1,17 %. При цьому вміст заліза загального у товарній аглоруді збільшується на 0,7 %;

модель, за якою якість руди, що надходить на ДСФ, визначається співвідношенням у відсотках, кількості руди підземного видобутку і руди, яка подається з кар'єру. Співвідношення руд 60:40 % в живленні ДСФ дозволяє отримувати аглоруду з вмістом заліза не менше 53,2 %.

модель, що показує вплив на якість аглоруди, виходу надрешітного продукту в 3й стадії дроблення, який містить безрудні та малорудні кварцити і багату руду, які істотно відрізняються за міцністю. Розрахунки показали, що розмикання замкнутого циклу третьої стадії дроблення руди і виведення з процесу бідного за вмістом заліза надрешітного продукту, у кількості 8 %, дозволяє підвищити якість кінцевої аглоруди на 2 %, до 55,2 %.

Одним із способів підвищення якості руди підземного видобутку, є виведення з процесу надрешітного продукту грохочення після 2ї стадії дроблення крупністю 100-35 мм, так званого відсіву. Дана операція дозволяє підвищити якість кінцевого продукту, але матеріал містить 40-45 % заліза загального. Одним з технологічних рішень переробки відсіву ДСФ шахти Фрунзе ПАТ «Суша Балка» є, дроблення його в відцентровій дробарці, з подальшою класифікацією дробленого продукту по класу 10 мм. Бідний за вмістом заліза клас +10 мм виводився з процесу, а фракція 10-0 мм направлялася на суху магнітну сепарацію [2]. При цьому, вихід класу +10 мм суттєво впливає на якісні показники кінцевої продукції. Була отримана математична модель залежності виходу бідного за вмістом заліза класу +10 мм в дробленій руді, від технічних параметрів відцентрової дробарки. Розрахунки показали, що для отримання з даної сировини аглоруди з вмістом заліза не нижче 57 % потрібно забезпечити вихід класу +10 мм в дробленій руді на рівні 25-30 %.

Список літератури

1. Николаенко К.В., Соколовский А.К., Фищина В.В. Влияние вещественного состава гематит-мартитовых руд подземной добычи и процесса их рудоподготовки на качество товарной аглоруды // Збагачення корисних копалин/Науково-технічний збірник.- Дніпропетровськ. 2010, вип. 43(84) С.9-13

2. Николаенко К.В., Бабец Е.К., Петрухин А.В. Получение товарной аглоруды из надрешетного продукта дробильно-сортировочной фабрики шахты им. Фрунзе с применением селективного разрушения минеральных компонентов руды // Збірник наукових праць Науково-дослідного гірничорудного інституту ДВНЗ«Криворізький національний університет»- Кривий Ріг: НДГРІ «КНУ», 2013.-№54.-С.181-195.

Матеріали міжнародної науково-технічної конференції
“Розвиток промисловості та суспільства”
том 1

Здано в набір 25.03.16. Підписано до друку 26.04.16 за рекомендацією Вченої Ради
ДВНЗ «Криворізький національний університет», протокол № 8.
Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 36,1. Тираж 90 прим.
Замовл. № 6 . Укр., рос.

Технічна обробка, комп'ютерний набір, верстка

Самойлюк О.Г.

Адреса видавництва:
50027, Кривий Ріг, вул. XX партз'їзду, 11

Надруковано:
ФОП Бурова Оксана Анатоліївна
Свідоцтво ДП № 159-р від 26.03.13.
50084 м. Кривий Ріг, мкр. Ювілейний, 10/104
Тел. 401-04-29