

**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**

**СТАЛІЙ РОЗВИТОК**  
**ПРОМИСЛОВОСТІ ТА СУСПІЛЬСТВА**

**Т о м 1**

Кривий Ріг - 2014

ББК 33:34.3  
УДК 622:669  
Г - 67

Редакційна колегія: **Ступнік М.І.**, д-р техн. наук, проф. (відповідальний редактор); **Андреев Б.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Бакум З.П.**, д-р пед. наук, проф.; **Блізнюков В.Г.**, д-р техн. наук, проф.; **Громадський А.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Губін Г.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Дороніна Т.О.** д-р пед. наук, доц.; **Євтєхов В.Д.**, д-р геол.-мінерал. наук, проф.; **Жуков С.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Калініченко В.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Купін А.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Моркун В.С.**, д-р техн. наук, проф. (заступник відповідального редактора); **Олійник Т.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Сінчук О.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Турило А.М.**, д-р економ. наук, проф.; **Федоренко П.Й.**, д-р техн. наук, проф.; **Учитель О.Д.**, д-р техн. наук, проф.; **Швидкий М.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Шрамко Я.В.**, д-р філософ. наук, проф.; **Шелевицький І.В.**, д-р техн. наук, проф.

Адреса редакції: 50002,  
Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 44.  
Криворізький національний  
університет.

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>	<b>ВІДКРИТА РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН</b>	<b>3</b>
<i>Секція 2</i>	<b>ПІДЗЕМНА РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН</b>	<b>9</b>
<i>Секція 4</i>	<b>МАРКШЕЙДЕРІЯ ТА ГЕОДЕЗІЯ</b>	<b>11</b>
<i>Секція 6</i>	<b>ЕКОНОМІКА</b>	<b>48</b>
<i>Секція 7</i>	<b>БУДІВНИЦТВО</b>	<b>65</b>
<i>Секція 8</i>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ, ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЯ</b>	<b>108</b>
<i>Секція 9</i>	<b>МЕТАЛУРГІЯ</b>	<b>139</b>
<i>Секція 10</i>	<b>ТЕХНІКА МЕХАНІКА, ГІРНИЧІ МАШИНИ ТА ГАЛУЗЕВИЙ ТРАНСПОРТ</b>	<b>148</b>
<i>Секція 11</i>	<b>ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА</b>	<b>179</b>
<i>Секція 12</i>	<b>КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b>	<b>192</b>
<i>Секція 13</i>	<b>ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН</b>	<b>222</b>
<i>Секція 14</i>	<b>ПРОБЛЕМИ ПЕДАГОГІКИ</b>	<b>239</b>



УДК 622.237

В.К. СЛОБОДЯНЮК, канд. техн. наук, доц., Ю.Ю. ТУРЧИН, аспірант,  
Криворожський національний університет

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ОСНОВАНИЯ ОТВАЛА НА ЕГО ЕМКОСТЬ

При открытой разработке крутопадающих месторождений вскрышные породы, покрывающие и вмещающие полезное ископаемое, размещаются во внешних отвалах. Технология доставки вскрышных пород на отвал и удаленность отвалов от карьера оказывают значительное влияние на себестоимость вскрышных работ. Анализ статистических данных железорудных карьеров показывает, что проектный объем вскрышных пород, размещаемых в отвале, площадь отвала и отношение вместимости отвала к площади его основания изменяются в широком диапазоне. При невысокой удельной емкости отвала (0,1-0,25 млн м<sup>3</sup>/га) для работы карьера требуется отчуждение большей площади сельскохозяйственных земель, чем в случае когда удельная емкость отвала составляет 0,5-0,7 млн м<sup>3</sup>/га. В теории горного дела недостаточное внимание уделено обоснованию оптимальных параметров отвала, обеспечивающих рациональное землепользование и максимальное использование отвальной площади для размещения вскрышных пород.

Целью данной работы является исследование зависимости возможной вместимости отвала от геометрических особенностей его основания. В исследовании рассматривались основания различной формы - от круга до вытянутого прямоугольника и от круга до вытянутого эллипса. Площади всех рассматриваемых оснований принимались равными (1000 га). Последовательно, с заданным шагом (50 м) для каждого варианта основания отвала определялись параметры отвалов, имеющих различную высоту. Чем более близкую к кругу форму имеет основание отвала, тем большей высоты отвал можно отсыпать на данной площади. Угол откоса рассматриваемых отвалов принимался в соответствии с нормами технологического проектирования, моделировались отвалы с углом откоса борта от 15 до 20 градусов.

Для сопоставления параметров рассматриваемых отвалов предложено использовать новый показатель - показатель формы основания отвала численно равный площади, приходящейся на 1 м длины периметра основания отвала, отнесенной к радиусу эквивалентного по площади круга. Использование данного показателя делает сопоставимыми по параметрам отвалы, отсыпанные на различных по площади участках. На рис. 1 приведены графики изменения относительной емкости отвала (отношение емкости отвала отсыпанного на площади с заданным показателем формы к емкости отвала аналогичной высоты, отсыпанного на эквивалентной по площади территории, имеющей круглую форму).

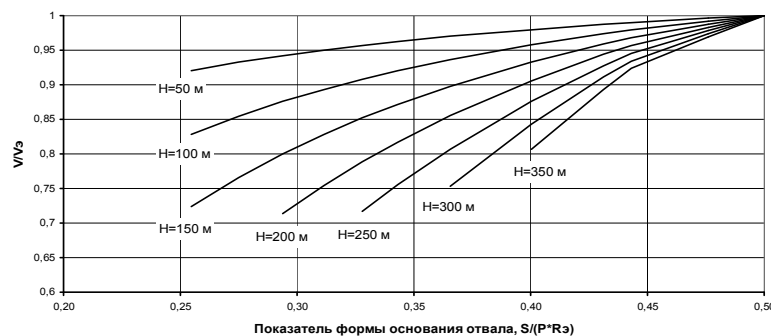


Рис. 1. - Изменение относительной емкости отвала в зависимости от формы его основания при различной высоте отвала

Выполненные исследования показали, что при размещении отвала заданной высоты на площадке прямоугольной формы его вместимость может быть на 20-30% меньшей, чем у отвала с круглым основанием.

К.А.ФЕДИН, аспирант  
Криворожский национальный университет

## **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОРОТКОЗАМЕДЛЕННОГО ВЗРЫВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА КАРЬЕРАХ**

Важнейшим технологическим параметром, который и определяет сущность технологии короткозамедленного взрывания (КЗВ), является оптимальное, для данных горно-технологических и геологических условий, время замедления.

Применительно к горно-геологическим условиям глубоких Криворожских карьеров, задачи определения оптимального времени замедления при производстве массовых взрывов, условно можно разделить на 3 достаточно обособленные группы.

К первой группе можно отнести технологии внутрискважинного короткозамедленного взрывания. В этом случае колонковый заряд разделяется на 2-4 части, которые отделены друг от друга, как правило, воздушным промежутком.

Оптимальное время замедления между подрывом этих частей находится в пределах 5-15 мс.

Использование разнообразных конструкций колонковых зарядов с внутрискважинным замедлением позволяет существенно улучшить качество дробления горной породы и снизить сейсмичку таких взрывов.

Однако стоимость и трудозатраты на создание конструкций колонковых зарядов с внутрискважинным замедлением существенно превышает традиционные, поэтому они используются, как правило, при контурном взрывании и в других особо ответственных случаях.

Ко второй группе можно отнести технологии между скважинного короткозамедленного взрывания в каждом взрывном блоке.

Технологии относящиеся к этой группе многочисленны, достаточно хорошо разработаны и позволяют вести эффективно взрывные работы в самых разнообразных горно-геологических условиях.

Установлено, что получаемый при этом положительный эффект в процессе дробления горных пород, определяется следующими факторами:

интерференцией продольных и поперечных упругих волн возникающих при взрыве соседних колонковых зарядов, при времени замедления не более 15 мс;

образованием дополнительных свободных поверхностей, в направлении которых и происходит разрушение горной породы; при времени замедления в пределах 25 - 200 мс;

соударением разлетающихся кусков горной породы при взрыве соседних колонковых зарядов, при времени замедления больше 200 мс.

К третьей группе можно отнести вопросы определения между блокового замедления. Опубликованных научных работ по данной тематике практически нет, т.к. актуальность и необходимость решения таких задач проявилась только в последние годы, когда интенсивность горных работ на глубоких Криворожских карьерах достигла впечатляющих величин.

При массовых взрывах подрываются десятки взрывных блоков, а суммарная масса ВВ, подрываемая при этом, достигает тысяч тонн.

При таких взрывах сейсмические волны от отдельных взрывных блоков могут прийти к защищаемым объектам почти одновременно, вследствие чего сила их сейсмического воздействия на защищаемые объекты может существенно превысить величину, заложенную в проект массового взрыва.

В этом случае, возможно, не только повреждение строительных конструкций защищаемых объектов, но и их разрушение.

Поэтому разработка способов определения между блокового замедления при производстве массовых взрывов, позволяющих избежать выше изложенных негативных явлений, является актуальной научной задачей и требует своего решения.

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

## **КОМБИНИРОВАННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

В подавляющем большинстве вскрышные породы при разработке крутопадающих железорудных залежей длительное время размещались за конечными контурами карьеров (внешние отвалы).

После многолетнего периода разработки месторождений, появилась возможность складировать вскрышные породы в выработанном пространстве карьера (внутренние отвалы).

При возможности сегодня преимущество отдается внутреннему отвалообразованию.

Ограничениями его применения являются только технические возможности и законодательство.

В настоящее время практически все внешние отвалы ГОКов уже занимают проектную площадь и исчерпывают возможности по дальнейшему размещению пустых пород.

Увеличение объемов выемки вскрыши обуславливает необходимость поиска решения по расширению действующих отвалов или поиск мест для размещения новых.

Целью работы является определение вариантов размещения вскрышных пород и условий внутрикарьерного их размещения в выработанном пространстве действующих карьеров с соблюдением совместного безопасного ведения горных и отвальных работ.

Анализ горно-геологических и горно-технологических условий отработки карьеров показывает, что существует возможность применения внутрикарьерного складирования вскрышных пород (частично или полностью) при обосновании технологии и параметров внутреннего отвалообразования во взаимосвязи с режимом горных работ в карьере.

Исследовано, с учетом наилучшего варианта размещения вскрышных пород на внешних отвалах, применение комбинированного размещения вскрышных пород от начала формирования внутреннего отвала (с высотой яруса 60 и 90 м) до полного размещения объемов вскрышных пород в пространство карьера.

Установлено, что при применении комбинированного отвалообразования с высотой яруса внутреннего отвала 60 м во внешние отвалы размещается 48,9 %, во внутренний – 51,1 % вскрышных пород.

При применении варианта комбинированного отвалообразования с высотой яруса внутреннего отвала 90 м во внешние отвалы размещается 38,4 %, а во внутренний – 61,6 % вскрышных пород.

Также установлено, что равенство затрат на выполнение вскрышных работ при варианте применения комбинированного отвалообразования с высотой яруса внутреннего отвала 60 м достигается при значении средневзвешенного расстояния 4,65 км, при варианте применения комбинированного отвалообразования с высотой яруса внутреннего отвала 90 м – 4,1 км.

При применении варианта размещения вскрышных пород только во внутреннем отвале такое равенство достигается при значении средневзвешенного расстояния 5,2 км.

Площадь, отводимая под основание отвалов при внешнем отвалообразовании, составляет 340,3 га.

В варианте применения комбинированного отвалообразования с высотой яруса внутреннего отвала 60 м эта площадь составляет 166,4 га, а варианте применения комбинированного отвалообразования с высотой яруса внутреннего отвала 90 м – 130,6 га.

Экологический ущерб (отчуждение площадей, плата за размещение этих пород, плата за загрязнение атмосферы) при применении только внешнего отвалообразования составляет более 220 млн грн.

При применении комбинированного отвалообразования с высотой яруса внутреннего отвала 60 м этот ущерб составляет чуть менее 110 млн грн, а при применении комбинированного отвалообразования с высотой яруса внутреннего отвала 90 м – до 85 млн грн.

А.Н. КОСТЯНСКИЙ, канд. техн. наук,  
В.И. ЧЕПУРНОЙ, Б.Е. ЯЩЕНКО, зав. лабораториями  
НИГРИ Криворожский национальный университет

## ОБОСНОВАНИЕ ЭТАПОВ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ СПРОСЕ НА ТОВАРНУЮ ПРОДУКЦИЮ

Эффективность работы горнорудного предприятия зависит от потребности рынка в выпускаемой им товарной продукции, которую можно эффективно реализовать. В связи с этим возникает необходимость в технических решениях, обеспечивающих заданные объемы производства товарной продукции и соответствующие им объемы добычи полезного ископаемого в карьере. Требования рынка усложняют регулирование производительности карьера. В то же время между влияющими на эффективность открытых горных работ факторами и технико-экономическими показателями [1] существуют определенные взаимосвязи: производительность карьера связана с объемом выпускаемой комбинатом товарной продукцией, объемы горной массы подлежащие выемке в данном этапе, кроме экономических факторов, определяются параметрами карьера и формой рудного тела, затраты на удаление вскрышных пород в значительной степени формируют полную себестоимость полезного ископаемого.

Объемы выемки вскрышных пород  $V_i$ , которые, как правило, значительно превосходят объемы полезного ископаемого  $P_i$  при углубке карьера на данном этапе определяются как  $V_i = P_i K_{mi}$ , где  $K_{mi}$  - эксплуатационный коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/т.

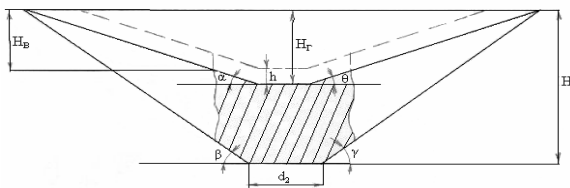
При этом предусматривается сравнения, с учетом технологических факторов влияющих на работу карьера, эксплуатационного коэффициента вскрыши с его максимальным значением установленным по технико-экономическим показателям работы комбината.

На геологическом поперечном разрезе железорудного месторождения с отработываемой крутопадающей залежью в период эксплуатации карьера, когда его рабочие борты выходят на верхний проектный контур на поверхности, наибольшее значение эксплуатационного коэффициента вскрыши при глубине карьера  $H_r$  (рис. 1) определится по формуле, м<sup>3</sup>/т

$$K_m = \frac{(2H_g - h) \cdot (ctg\alpha + ctg\theta)}{2 \cdot [H \cdot (ctg\beta + ctg\gamma) + d_2 - H_g (ctg\alpha + ctg\theta)] \cdot \sigma}$$

где  $H$  - проектная глубина карьера, м;  $h$  - понижение горных работ, м;  $\alpha, \theta$  - углы откоса рабочих бортов карьера, град.;  $\beta, \gamma$  - соответственно углы откосов нерабочих бортов карьера со стороны лежачего и висячего боков залежи, град.;  $H_g$  - вертикальная мощность вскрышных пород, м;  $d_2$  - ширина проектного дна карьера, м;  $\sigma$  - объемный вес руды, т/м<sup>3</sup>.

Рис. 1. Схема к расчету коэффициента вскрыши



Определим величину максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши по технико-экономическим показателям работы предприятия, который равен, м<sup>3</sup>/т

$$K_3 = \frac{\gamma \cdot (C_k - C_k) \cdot (1-i) \cdot (1-n)}{C_g} + K_m$$

$$+ K_m = \frac{\gamma \cdot C_k (1 - Z_{m.k}) \cdot (1-i) \cdot (1-n)}{Z_{m.k} \cdot C_g} + K_m$$

где  $C_k, C_k$  - цена и себестоимость концентрата, грн./т;  $K_t$  - текущий коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/т;  $\gamma$  - выход концентрата из руды, доли ед.;  $C_g$  - себестоимость 1 м<sup>3</sup> вскрышных пород, грн./м<sup>3</sup>;  $i$  - показатель инфляции (средняя величина показателя с 2000 г. составляет 0,1-0,12), доли ед.;  $n$  - налог на прибыль (с 2013 г. равен 0,19), доли ед.;  $Z_{т.к}$  - затраты на 1 грн. товарной продукции (концентрата), грн./грн.

Сравниваем  $K_m, K_3$ . Если  $K_m < K_3$ , то параметры этапа разработки карьера удовлетворяют требованиям его эффективной эксплуатации. По геологическим поперечным разрезам месторож-



дения и значению предельно-допустимого коэффициента вскрыши для данных условий, довольно быстро и просто графоаналитически приближенно определить глубину и соответствующие ей контуры карьера.

Такой подход позволяет производить оценку этапов отработки железорудных карьеров при переменном спросе на товарную продукцию с горнорудного предприятия. Установленные формы зависимостей между приведенными показателями имеют те же возможности, что и экономико-математические модели, и могут служить дополнением последних. Полученные зависимости позволяют обоснованно и оперативно принимать решения, в условиях ограниченного объема исходной информации и способствовать рациональному планированию горных работ.

#### Список литературы

1. Горное дело / Ю.П. Астафьев, В.Г. Близиуков и др. -2-е изд., перераб. и доп. -М.: Недра, 1980, 367 с.

УДК 622.236.9, 622.271.2

І.О. ФОМЕНКО, канд. техн. наук, доц., А.І. КОВТУН, аспірант,  
Національний технічний університет України «КПІ»

### АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КЕРУВАННЯ НАПРЯМОМ ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ В ШПУРАХ ГРАНІТНИХ БЛОКІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ НЕВИБУХОВИХ РУЙНУЮЧИХ СУМІШЕЙ

Промислове використання невибухових руйнуючих сумішей (НРС) в гірничій галузі та будівництві продовжується вже близько 25 років. Насамперед НРС використовується для видобутку блочного каменю, руйнування негабаритів або старих бетонних фундаментів.

Для видобутку блочного каменю за допомогою НРС необхідно вирішити таку актуальну наукову та практичну проблему, як керування напрямом тріщиноутворення в шнурах.

На протязі тривалого часу були неодноразові спроби вирішити цю проблему за рахунок нарізання концентраторів напружень, виконаних у вигляді трикутних заглиблень певної глибини.

Однак на гранітних кар'єрах така технологія до цього часу широкого застосування не знайшла з-за таких причин:

швидкий абразивний знос бурових коронок;

систематичні заклинювання бурових коронок у шнури, що пояснюється тільки поступовим рухом коронки та відсутністю обертання.

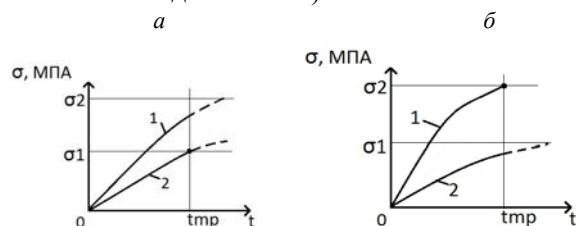
У патенті на винахід №100062(2012,-бюл. 21-5с) представлено спосіб отримання направленої магістральної тріщини за рахунок використання спеціальних патронів з НРС. Однак ці патрони не знайшли широкого застосування з-за таких недоліків:

конструкція патрону не виключає вибросу(пострілу) НРС з шнурів;

конструкція патрону не передбачає попереднього стискання НРС, що обмежує максимальний тиск.

В авторському свідоцтві СРСР №1798495 (1993-бюл. №8) представлена вставка для направленного руйнування монолітів за допомогою НРС. Вставка має складну форму і швидко втрачає свою геометрію після її очищення ударним інструментом від закристалізованої НРС.

У даний момент в Київському політехнічному інституті розроблено пластину-вставку, яка немає перелічених вище недоліків попередніх технічних рішень (заявка на патент України u20140113 від 6.02.2014).



**Рис. 1.** Керування напрямом тріщиноутворення по осі з мінімальною міцністю (рис. 1а) та по осі з максимальною міцністю (рис. 1б) за рахунок зміни товщини пластини-вставки, де  $\sigma_1$  та  $\sigma_2$  - допустимі напруження на розтягування по осях з максимальною та мінімальною міцністю;  $t_{mp}$  - час тріщиноутворення; 1 та 2 - криві зростання напружень розтягування по осях з максимальною та мінімальною міцністю

Запропонована пластина-вставка має значний експлуатаційний ресурс, виключає викидання НРС з шнура, а також передбачає попереднє стискання НРС до початку процесу кристалізації.

Проведені попередні лабораторні дослідження технології використання розробленої пластини-вставки. Виконані аналітичні дослідження використання запропонованої пластини-вставки з урахуванням анізотропних властивостей породи.

На рис. 1 представлено технологію керування напрямом розколу породи за допомогою пластини-вставки та з урахуванням анізотропних властивостей породи.

Проведені дослідження дозволили вирішити важливу науково-практичну задачу, а саме запропонувати технологію керування напрямом тріщини утворення в шпурах гранітних блоків за допомогою пластин-вставок та з урахуванням анізотропних властивостей породи.

УДК 622.237:338.5

И.Е. ГРИГОРЬЕВ, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет,  
А.А. КИТОВ, аспирант, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧНОСТИ ЦЕН МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Переход к рыночному укладу экономики, введение нового механизма хозяйствования в нашей стране, сокращение внутреннего спроса на минеральные ресурсы вследствие кризисных явлений, привели к необходимости повышения уровня конкурентоспособности украинских горнодобывающих предприятий. В рыночных условиях одним из наиболее влиятельных и неопределенных факторов для горных предприятий является цена на производимую продукцию. Именно изменение цен на минеральные ресурсы является ключевым фактором для определения наиболее рациональных вариантов развития горных работ при проектировании разработки месторождений полезных ископаемых.

В связи с этим, на современном этапе развития экономики, необходима разработка новых подходов к формированию проектных решений для горных предприятий с целью повышения эффективности их работы, которые будут учитывать изменения цен на производимые минеральные ресурсы.

Расчет эффективности работы предприятия может быть представлен с помощью критерия дисконтированного потокового эффекта. Традиционный подход к его расчету предполагает для повышения эффективности - перенос затрат на более поздние периоды. Однако, если рассматривать режим горных работ с учетом цикличности цен на минеральные ресурсы, то перенос затрат связанных со вскрышными работами не всегда является рациональным.

Предложенная идея заключается в определении рациональных решений при формировании режима горных работ за счет учета цикличности цен. Для этого предлагается изменять соотношение между добычей полезного ископаемого как формирующего доходы, и извлечением пустых пород как формирующего основную часть затрат в пределах цикла. При этом объем горной массы извлекаемой в год - не изменяется, не допуская снижения загрузки основных производственных фондов карьера. Затраты, связанные с извлечением вскрыши предлагается производить в периоды с минимальными рыночными ценами на минеральный ресурс в цикле. При этом, количество извлекаемой вскрыши больше необходимого. В периоде с высокими ценами цикла количество добываемой руды увеличивается за счет ранее подготовленных к выемке запасов руды. Высокие цены на руду обеспечивают получение значительного дополнительного дохода в данный период цикла.

Для анализа влияния данного способа управления режимом горных работ на эффективность работы горнодобывающих предприятий, построена математическая модель, рассчитаны технико-экономические показатели для условного железорудного карьера, близкого по техническим характеристикам к одному из ведущих карьеров Украины.

В данных условиях дисконтированный потоковый эффект при ставке дисконта 4% возрос на 4,1 % (при ставке дисконта 10 % возрос на 3,4 %) за счет учета цикличности колебания цен на минеральное сырье при установлении режима ведения горных работ.

На основании проведенного анализа влияния цикличности цен минеральных ресурсов на эффективность проектных решений при определении рациональных вариантов ведения горных работ установлено следующее:

в рыночных условиях при планировании и проектировании ведения горных работ горнодобывающим предприятиям целесообразно учитывать цикличность цен при расчете эффективности работы на период цикла;

устанавливать режим ведения горных работ необходимо с учетом цикличности колебания цен на минеральный ресурс;

наиболее эффективным вариантом управления режимом ведения горных работ является пропорциональное изменение объемов добычи к колебаниям цены минерального ресурса на рынке.

## С е к ц і я 2 - ПІДЗЕМНА РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.013.364.2

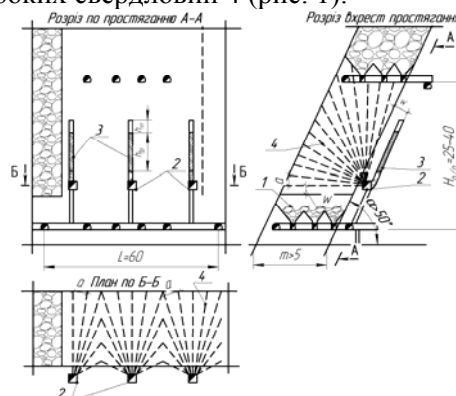
О.Л. ШЕПЕЛЬ, асистент, Криворізький національний університет

### ТЕХНОЛОГІЯ ВИБУХОВОГО ЗМІЩЕННЯ РУДИ З ЛЕЖАЧОГО БОКУ ПОКЛАДУ В АКТИВНУ ЗОНУ ВИПУСКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНЦЕНТРОВАНИХ ЗАРЯДІВ

Існуючі системи підповерхового обвалення руди і вміщуючих порід не дозволяють ефективно зменшити втрати руди на лежачому боці покладу. Для більш повного й якісного вилучення залізної руди необхідно застосовувати найбільш ефективні та вдосконалені системи розробки.

Вдосконалення технології відпрацювання покладів в лежачому боці системами розробки з підповерховим обваленням руди і налягаючих порід з використанням бурових камер та вертикальних концентрованих зарядів дозволяє зменшити питомі витрати підготовчо-нарізних виробок та втрати руди на лежачому боці покладу.

Сутність технології підземної розробки крутоспадних рудних покладів полягає у зміщенні запасів «мертвої» зони в активну зону випуску 2,1-3,4 м за допомогою вертикальних концентрованих зарядів вибухової речовини [1]. Спочатку проходять відкотний штрек та орти-заїзди, потім вентиляційні підняття, орти скреперування, створюють горизонтальну підсічку 1. В лежачому боці проходять бурові камери 2, з яких розбурюється рудний масив. Від бурових камер проходять вертикальні підняття 3 на відстані лінії найменшого опору від лежачого боку покладу, в яких закладається концентрований заряд вибухової речовини. Розбурення рудного масиву здійснюється віями глибоких свердловин 4 (рис. 1).



**Рис. 1.** Система розробки підповерхового обвалення руди і вміщуючих порід з формуванням вертикальних концентрованих зарядів в лежачому боці покладу:  $h_{вп}$  - довжина заряду вибухової речовини, м;  $h_{пн}$  - довжина повітряної порожнини, м

Далі відбувається одночасне коротко-сповільнене підривання за один вибуховий цикл віял глибоких свердловин 4, розбурених з бурових камер 2, на горизонтальну підсічку 1 та вертикальних підняттявих 3 із розташованим в них зарядом вибухової речовини у лежачому боці покладу. Далі під дією вибуху відбувається зміщення руди з лежачого боку за межі «мертвої» зони покладу в активну зону випуску, що сприяє зменшенню втрат руди на лежачому боці. Зверху відбитої руди розташовуються пусті породи. Після чого виконується випуск і доставка відбитої руди.

Розроблена технологія підземної розробки крутоспадних рудних покладів є економічно доцільною й продуктивною та дозволяє знизити собівартість видобутку 1 т руди.

#### *Список літератури*

1. Рymarчук Б.И. Использование концентрированных зарядов ВВ при отбойке руды на подземных рудниках Криворожского бассейна / Б.И. Рymarчук, Н.И. Дядечкин // Горный журнал, 2009 - №10. - С. 67-70.

УДК 622.272

В.М. ТАРАСЮТИН, О.Я. ХІВРЕНКО, кандидати техн. наук, доц.  
А.В. КОСЕНКО, асистент, Криворізький національний університет

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ РУДНОЇ МАСИ ПРИ РОЗРОБЦІ ПОКЛАДІВ БАГАТИХ ЗАЛІЗНИХ РУД В УМОВАХ ш. «ГВАРДІЙСЬКА» З ВИКОРИСТАННЯМ САМОХІДНОЇ ТЕХНІКИ**

Розробка покладів багатих залізних руд в умовах шахти «Гвардійська» ведеться на глибині, яка перевищує 1300 м в несприятливих гірничо-геологічних та гірничо-технологічних умовах.

Шахта «Гвардійська» має переважну більшість руд і порід, що характеризуються високою тріщинуватістю і низькою стійкістю та міцністю.

Приблизно 60% покладів багатих залізних руд мають потужність до 30 м.

Поглиблення гірничих робіт постійно супроводжується зростанням ризиків проявів гірських ударів, збільшенням гірського тиску, зниження стійкості і міцності порід і руди.

При використанні застарілих малопродуктивних технологічних засобів на доставці рудної маси здійснюється довготривале відпрацювання виймальних одиниць, що обумовлює розвиток негативних гірничо-технологічних факторів.

У цих умовах постає серйозна проблема переходу на більш потужніші види обладнання.

Існує велика різноманітність самохідної техніки, причому перевага віддається навантажувально-доставочним машинам з дизель-електричним або електричним двигуном.

Починаючи з середини 2011 р. на зокрема на шахті «Гвардійська» та інших шахтах ПАТ «КЗРК» були розроблені проекти експериментально-виробничих блоків під застосування самохідної техніки (машини типу EST-2D з електричним приводом).

Даний тип машини є прохідницьким і на очисному вийманні має низьку продуктивність, яка в деяких випадках поступається продуктивності скреперних установок.

В Україні великий досвід використання самохідного обладнання на доставці при відпрацюванні багатих залізних руд має ЗЗРК, що використовує чотири типи машин марки TORO (301 DL, 400 E, 400 E (LH409E), 400 D).

Застосування машин типу TORO 400 E дасть змогу збільшити інтенсивність відпрацювання виймальних одиниць, тим самим підвищити якість рудної маси, а також подолати розвиток негативних гірничо-технологічних факторів на шахті «Гвардійська».

Даний тип машин можна застосовувати при відсутності високовартісного покриття підшви виробок.

Для умов шахти «Гвардійська» комбінована доставка, що здійснюється за допомогою застосування скреперних установок на первинній доставці і самохідних НДМ на акумуляції, є найкращою з погляду забезпечення стійкості прийомного днища, спряжень і заїздів до нього, а також можливість розташування ортів-заїздів на більшій відстані, яка обумовлюється запасами виймальної дільниці (блоку) та продуктивністю обладнання на доставці.

Конструкція трасування доставочного горизонту обирається виходячи з обмежень раціональної довжини доставки, максимальної відстані розміщення живильних підстанцій, видів розташування обслуговуючих пунктів, параметрами зони розвантаження, тощо.

Застосування комбінованого способу доставки в умовах шахти «Гвардійська» буде мати високі техніко-економічні показники.

#### *Список літератури*

1. **Калиниченко В.А.** Тенденции в развитии горнодобывающего комплекса и проблемы технического перевооружения подземных рудников.- Монография / **Калиниченко В.А., Жуков С.А., Калиниченко Е.В** – Кривой Рог: Минерал, 2007. -172 с.
2. **Жигалов М.Л., Ярунин С.А.** – М.: Недра, 1990. – 423с.
3. Проект РППВ-Г-ТХ на подготовку к отработке камер глубоких горизонтов 740-840 м. - ЗАО «Запорожский ЖРК». - Проектно-конструкторский отдел, 2006.
4. Проект № 148-20-11 нарезных и очистных работ в блоке 140-147 оси гор. 1220 м в п/эт. гор. 1265/1190 м зал. «Основная» п.ш. «Большевик» (с применением самоходного оборудования) / ПАО «Кривбассжелезорудком» // шахта «Октябрьская». - Кривой Рог, 2011.

### **Секція 4- МАРКШЕЙДЕРІЯ ТА ГЕОДЕЗІЯ**

УДК 332.6: 631.95

А.Ю. ПАЛАМАР, аспірантка, Криворізький національний університет  
М.С. МАЛАНЧУК, канд. техн. наук, Національний університет «Львівська політехніка»

#### **ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ НОРМАТИВНОЇ ГРОШОВОЇ ОЦІНКИ В МЕЖАХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ РОЗТАШОВАНИХ В ЗОНІ ВПЛИВУ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Розглядається порядок ведення нормативної грошової оцінки земель в межах населених пунктів. Акцентовано увагу на особливості застосування локального коефіцієнту, що враховує екологічний фактор. Наводиться аргументація залежності нормативної грошової оцінки земель від екологічної ситуації певної території та ступеня порушення земної поверхні. Чим складніша екологічна ситуація на території, тим менша її нормативна грошова оцінка.

Забруднення навколишнього середовища, крім серйозних негативних наслідків для здоров'я людей, призводить і до значних матеріальних втрат, що виражається в зниженні вартості не лише нерухомості, але й вартості земельних ділянок [1-3]. Території різних населених пунктів мають свої особливості щодо структури земельного фонду та використання земель [4-5].

Важливе місце в оцінці земель промислових територій має займати екологічний фактор. Слід підкреслити те, що даний фактор (екологічний), є одним із чотирьох груп факторів, які враховуються тільки при визначенні комплексного індексу цінності територій, що не завжди можна вважати об'єктивною характеристикою.

В містах сконцентрованості промисловості можуть бути свої вагові коефіцієнти, при визначенні значення екологічного коефіцієнту. На сучасному етапі формування, нормативна грошова оцінка земель враховує відповідні фактори для населення Криворіжжя. Але тільки викидам в повітря віддають лише 0,34, що приходить лише ¼ частина результатів по факторній оцінці при визначенні комплексного індексу цінності території (Ii). На мою думку воно не достатньо чітко відображає вплив екології на стан земель.

Отже, це в свою чергу, не цілком правдиво відображає вартість землі. Оскільки Кривий Ріг - великий потужний промисловий комплекс, з великою чисельністю проживання людей, то нормативну вартість землі необхідно розраховувати з застосування екологічних факторів, а саме з врахуванням зон комфортного проживання міста, про яку говорилося в попередніх роботах автора.

Проаналізувавши та дослідивши територію м. Кривий Ріг та з використанням раніше складеної карти зон комфортності проживання, можна сказати, що коефіцієнт комфортного проживання (Клк), повинен залежати від відповідних зон проживання: сприятлива; умовно сприятлива; не сприятлива; майже несприятлива; вкрай несприятлива. Кожна із зон оцінюється за п'яти

критеріями екологічної оцінки стану геологічного середовища: хімічне забруднення ґрунтів, техногенне навантаження природних ландшафтів, техногенне навантаження, хімічне забруднення підземних вод четвертинного водоносного горизонту та підтоплені території.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Нормативна грошова оцінка земель із особливими характеристиками залежить від зон комфортності проживання (що характеризується коефіцієнтом Клк), що дасть можливість оцінити їх об'єктивну вартість з урахуванням ступеня їхнього техногенного порушення. Такий підхід дасть можливість реально визначити орендну плату чи земельний податок для тих земельних ділянок які є забрудненими та порушеними.

#### Список літератури

1. Л.М. Казаченко., Р.О. Гопцій.. Задачі землеустрою в ході земельної реформи // Міжнародна практична конференція «Землепорядна освіта, наука, виробництво сьогодення і перспективи очима молодих вчених», НАУ, Київ, 2003. – С. 120-123
2. С.І. Дорогунцов, О.С Новоторов, Г.С Ніколаско. Оцінка земельно-ресурсного потенціалу України і проблеми забезпечення його ефективного використання: Наукова доповідь / РВПС України НАН України. - Київ, 1999.-С. 61
3. С.І. Дорогунцов, М.А. Хвесик, П.П. Пастушенко. Екосередовище і сучасність. - Т.1: Природне середовище у сучасному вимірі: Монографія. - К.: Кондор, 2006. - 424 С.123, С.67
4. В.А Коптюч. Конференція ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992): Информационный обзор, РАН, 60. - Новосибирск, 1992. - 263 с.
5. Л.Г. Мельник. Екологічна економіка: Підручник. - Суми: ВТД «Універс. книга», 2002. - 346 с.243,с.178

УДК 528.236

О.М. НОВІКОВА, канд. тех. наук, доц., Р.М. ОПАЛАТЕНКО, магістрант,  
Криворізький національний університет

### АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РЕФЕРЕНЦІЙНИХ СИСТЕМ КООРДИНАТ ДЛЯ ТОПОГРАФІЧНИХ, КАРТОГРАФІЧНИХ І КАДАСТРОВИХ РОБІТ

На теперішній час в Україні діють декілька систем геодезичних координат: СК42-державна референсна система координат, яка була отримана в результаті зрівнювання 87 полігонів астрономо-геодезичної мережі 1-го класу, введена в 1946 р.; СК63 - умовна система координат, введена в 1963 р.; МСК-місцеві системи координат, використовуються переважно на невеликих за площею територіях; УСК2000 -українська державна геодезична референсна система координат; WGS84 - загальноземна геодезична референсна система координат; ITRFXX-міжнародна земна референсна система координат; ETRS89-загальноєвропейська земна референсна система координат.

На основі цього виникають проблеми з прив'язкою пунктів та вибором системи координат. До того ж старі національні геодезичні системи відліку перестали задовольняти потребам науки і практики. Замість них, розвитку набули загальноземні системи відліку та геодезичні референсні системи координат. Так 1 січня 2007 р. Постановою Кабінету Міністрів України офіційно введена в дію геодезична референсна система координат УСК2000.

УСК2000 отримана в результаті сумісного вирівнювання пунктів Української перманентної мережі спостережень глобальних навігаційних супутникових систем та Державної геодезичної мережі 1-4 класів на епоху 2005 р. і закріплена пунктами Державної геодезичної мережі.

Положення пунктів в прийнятій системі координат визначається: просторовими прямокутними координатами  $X, Y, Z$  (вісь  $Z$  співпадає з віссю обертання еліпсоїда, вісь  $X$  лежить в площині нульового меридіану, а вісь  $Y$  доповнює систему до правої; початком системи координат є геометричний центр еліпсоїда); геодезичними (еліпсоїдальними) координатами: широтою  $- B$ , довготою  $- L$ , висотою  $- H$ ; плоскими прямокутними координатами  $x$  та  $y$ , які обчислюються в проекції Гаусса-Крюгера; геодезична висота  $H$  утворюється, як сума нормальної висоти та висоти квазігеоїда над еліпсоїдом Красовського. Нормальні висоти геодезичних пунктів визначаються в Балтійській системі висот 1977 р., вихідним початком якої є нуль Кронштадтського футштоку, а висоти квазігеоїда обчислюються над еліпсоїдом Красовського.

Основними перевагами УСК2000 є те, що:

ця система координат встановлена за умови паралельності її осей просторовим осям Міжнародної загальноземної референсної системи координат ITRS;

система координат УСК2000 чітко узгоджена з Міжнародною загальноземною референчною системою координат ITRS на епоху 2000 р.-ITRF2000;

система координат надає можливість ефективного використання GNSS-технологій в топографо-геодезичному виробництві.

З моменту введення системи координат УСК2000 при виконанні нових робіт вона повинна замінити систему координат 1942 р. Проте втілити на практиці цю систему виявилось доволі складно. Сьогодні вона не відкрита для загального користування. Не до кінця вирішеним питанням залишається завдання з трансформування координат, тобто переходу від координат однієї референцної системи до іншої.

Отже, введення в Україні сучасної єдиної системи координат є надзвичайно важливим і актуальним. На даному етапі постає складне завдання у виборі оптимального шляху перебудови національної системи відліку. Складність цього завдання обумовлюється такими основними факторами: з однієї сторони, необхідне оперативне впровадження в геодезичне виробництво нової високоточної системи відліку, що забезпечить ефективне використання супутникових радіонавігаційних систем та європейську інтеграцію з питань геопросторового представлення інформації; з другої сторони, в новій структурі системи відліку повинна бути максимально врахована можливість використання існуючої Державної геодезичної мережі, на створення якої було затрачено великі фінансові й трудові ресурси країни і яка є математичною основою загальнодержавного картографування території України.

Для відображення геопросторової інформації в Україні пропонуємо сформувати таку державну геодезичну референцну систему координат, яка б жорстко пов'язувалась з реалізацією міжнародної земної референцної системи ITRF2008, цим самим уникнувши недоліків існуючої системи УСК2000 та спростивши процес переходу від загальноземної геодезичної референцної системи координат WGS84 при використанні GNSS-технологій.

УДК 528.44: 004.032.2

А.Ю. ПАЛАМАР, аспірант, С.В. ДИШКО, магістр  
Криворізький національний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ І ВИБІР ЕФЕКТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВЕДЕННЯ ДЕРЖАВНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ НА ТЕРИТОРІЇ КРИВБАСУ**

Створення і ведення всіх видів кадастру залишається однією з найважливіших проблем управління територіями на сучасному етапі. Дані кадастрів необхідні для інформаційного забезпечення господарської діяльності в регіонах і містах, екологічного моніторингу і раціонального використання природних ресурсів.

Автоматизоване введення та обробка інформації про розмір, якість земельних ділянок їх власників, що дає змогу оперативно проводити реєстрацію, облік, оцінку земель і вирішувати масу питань пов'язаних з ринком землі. Мета автоматизованої системи полягає у створенні бази широкого використання комп'ютерної техніки - єдиної державної інформаційної системи для забезпечення органів державної влади та органів місцевого самоврядування, громадян, підприємств, установ та організацій достовірною інформацією про землю.

Основними завданнями Автоматизованої системи державного земельного кадастру є:

створення на основі новітніх комп'ютерних та інформаційних технологій дієвого механізму автоматизованого ведення державного земельного кадастру;

сприяння розвитку ринкових відносин, зокрема в аграрному секторі економіки;

підтвердження права власників та користувачів на земельні ділянки;

забезпечення земельно-кадастровою інформацією органів державної влади та органів місцевого самоврядування, громадян, підприємств, установ та організацій;

сприяння забезпеченню своєчасних надходжень коштів від плати за землю;

удосконалення взаємодії міністерств та інших центральних органів виконавчої влади у сфері управління земельними ресурсами;

удосконалення механізму розрахунку розміру платежів за землю;  
створення і управління банками даних про наявність і стан земельних ресурсів;  
інформаційне забезпечення і підтримка широкомасштабних робіт із землеустрою, моніторингу земель, державного контролю за використанням та охороною земель, регулювання оптимального розвитку територій, включаючи встановлення меж територій: оздоровчий, історико-культурний [1,2].

#### *Список літератури*

1. Постанова Кабінету Міністрів України N 135 5від 2 грудня 1997 р. «Про створення автоматизованої системи державного земельного кадастру»
2. Земельний кодекс України. // Відомості Верховної Ради України – 2002. – № 3–4.- Ст.193.

УДК 528.944

Г.С. КОЛІСНИК, магістрант, Криворізький національний університет

### **КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ, РОЗТАШОВАНИХ В ЗОНІ ВПЛИВУ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНИХ ПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ**

На сучасному етапі земельний фонд значної частини території України пошкоджено різними негативними процесами. Інтенсивність впливу гірничо-видобувних підприємств на стан земель залежить від багатьох геолого-геоморфологічних умов [1]. Інтенсивність техногенного впливу гірничо-видобувної та переробної промисловості на прилеглу територію обумовлює необхідністю постійно діючого моніторингу. Приділяється велика увага вивченню антропогенного порушення природного середовища територій та їх картографування для рішення проблем в екології, землеустрою та моніторингу земель.

В умовах постійного нашарування забруднення земель (майданного, осередкового, лінійного), що надходить від різних промислових виробництв, об'єктів зв'язку, енергетики, транспорту необхідно новий методичний підхід, що дозволяє оптимізувати територіальне землеупорядкування в зонах впливу об'єктів гірничо-видобувного та переробного комплексів [2].

Ефективним методом вивчення й контролю екологічного стану в районах із посиленням антропогенним навантаженням є державний моніторинг земель, заснований на комплексному використанні методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та оперативного наземного супроводу[3,4].

Незамінна роль карт при веденні моніторингу земель визначається цілим рядом факторів.

У першу чергу, карти сприяють встановленню використовуваних природних закономірностей, дозволяють робити висновки та оцінку вивченої території, а також фіксують місце розташування ділянок земель, що знаходяться в тому або іншому ступені неблагополуччя й джерел, що визначають цей стан.

Актуальність проблеми полягає в необхідності вирішення завдань вдосконалення картографічного забезпечення моніторингу земель, що знаходяться в зоні впливу гірничо-видобувних промислових комплексів. Такими завданнями є:

1. Розгляд інформаційної бази моніторингу земель, що знаходяться в зоні впливу гірничо-видобувного промислового комплексу (ГДПД) і виявлення з використанням дистанційного зондування землі (ДЗЗ) джерел і видів негативних впливів.
2. Обґрунтування методичного підходу до картографічного забезпечення моніторингу досліджуваних земель.
3. Розробка серії карт з природно-техногенного впливу на з'ємлі Криворізького району.
4. Розробка картографічної моделі природно-техногенного каркаса розглянутої території.
5. Надання рекомендацій з охорони земель і поліпшення екологічної обстановки досліджуваного району, спрямованих на зменшення впливу гірничо-видобувного промислового комплексу.

#### *Список літератури*

1. Бугреева М.Н. Оценка техногенного загрязнения объектов окружающей среды в условиях промышленного комплекса / М.Н. Бугреева, И.В. Колнет, Н.П. Мамчик, Т. Ю. Альбекова // Вестн. Воронеж, гос. ун-та, Сер., Гео-логия. - 2000.-Вып. 9.-С. 241 -248.



2. **Исаченко А.Г.** Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / **А.Г. Исаченко.** -М.: Высшая школа, 1991. - С. 89.
3. **Липски С.А.** Об актуальности научных исследований в области кадастра и мониторинга земель / **С.А. Липски** // Геодезия и аэрофотосъемка. - 2000. - № 5. - С. 100- 171.
4. <http://kadastr.org/conf/2012/pub/monitpriir/monit-tehnogen-vozd.htm>

УДК 528.48

**В.Я. ТАРАПАТА, О.Б. МАЗЫКИНА**, кандидаты техн. наук, доц.,  
Криворожский национальный университет

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕКОСА ХОДОВЫХ КОЛЕС МОСТОВЫХ КРАНОВ**

Проведение качественного оперативного контроля геометрических параметров грузоподъемного оборудования и подкрановых путей является одной из главных задач по обеспечению нормальной и безопасной работы на предприятии. В цехах с непрерывным технологическим циклом вопрос оперативной съемки путей особенно актуален.

Для обеспечения бесперебойной работы мостовых кранов и предотвращения аварий необходимо наряду с контролем геометрических параметров подкрановых путей также большое внимание уделять определению перекосов ходовых колес. Перекос и наклон колес может привести к серьезным нежелательным последствиям в связи с силовым воздействием кранов на подкрановый путь и несовпадением траектории движения крана с осью пути.

Это приводит к деформации подкрановых конструкций, повышенному износу боковых граней рельсов и реборд колес, сход крана с пути во время его эксплуатации.

Определение перекоса ходовых колес мостовых кранов – очень важная и трудоемкая часть геодезических измерений при эксплуатации грузоподъемного оборудования.

Сложность определения перекоса ходовых колес мостовых кранов обусловлена требованиями высокой точности их измерения в стесненных условиях, на высоте, с недостаточным освещением.

Известные способы струнного, струнно-оптического, оптического створа, а также различные устройства и приспособления в значительной степени способствуют выполнению поставленной задачи, но не решают ее полностью.

Поэтому необходимо дальнейшее усовершенствование методики измерений и разработка более совершенных приборов и устройств.

Погрешность измерений перекоса колес принята равной одной пятой от допустимого значения наклона ходового колеса. Выполненные расчеты необходимой точности определения геометрических параметров системы явились обоснованием для разработки методов и средств измерений.

Для определения наклона колес - отклонения ходовых колес от вертикальной плоскости – разработана методика измерений с использованием устройства, выполненного на основе кипрегеля.

Для определения вертикального перекоса колес необходимо устройство линейкой плотно приложить к плоскости внешней части колеса вдоль его вертикального диаметра, привести пузырек цилиндрического уровня в нуль-пункт, зафиксировать это положение и взять отсчет по вертикальному кругу при помощи верньеров и лупы.

Вычисленное значение угла и будет являться угловым элементом наклона колеса.

В случае неудобства при взятии отсчета или плохой освещенности отсчет можно брать и после того, как устройство отнимут от колеса, так как зажатый закрепительный винт оставляет отсчет неизменным.

Выполнена оценка точности по разностям двойных измерений: средняя квадратическая ошибка одного измерения составляет 0.14 мм.

Обеспечивая необходимую точность, устройство способствует повышению оперативности геодезических работ. Устройство удобно в работе и дает надежные результаты.

О.Є. КУЛКОВСЬКА, д-р техн. наук, доц., Ю.Ю. АТАМАНЕНКО, магістрантка  
Криворізький національний університет

## НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС У ФІКСУВАННІ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД ГЕОДЕЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Дуже помітним явищем стала проблема людства – безпека дорожнього руху. Кривий Ріг – велике індустріальне місто, з великою кількістю доріг, які не відповідають руху автомобільного транспорту і, в багатьох випадках, це є причиною скоєння дорожніх аварій. Вивчаючи та аналізуючи стан дорожньо-транспортних пригод за 2008-2014 рр., розкривається печальна статистика. Кожен день в наслідок аварій травмується близько 10 осіб, кожен другий день - гине одна людина. Порівнюючи дані щодо ДТП за 2013 р. з даними за 2011 рік, ситуація на дорогах значно погіршилась. Кількість дорожніх аварій за 2012 р. збільшилась на 15%, збільшилась кількість загиблих на 20 осіб та травмованих на 142 особи. За даними 2013 р. Кривий Ріг займає 2-е місце після Дніпропетровська за кількістю дорожньо-транспортних пригод. Було зареєстровано 500 пригод, в наслідок яких загинули 56 осіб, 716 отримали травми різних ступенів.

По Кривому Розі щодня офіційно фіксується більше 400 порушень, провинною яких є як водій, так і пішохід. За 2012 р. було скоєно 491 дорожньо-транспортних пригод, а за 2013 рік 561, загиблих за 2012 рік було 46 чоловік, за 2013 рік – 56, травмованих 645, а за 2013 рік 716 осіб.

Працівниками ДАІ міста було вивчено, досліджено самі аварійні дні тижня, місяця, де було скоєно найбільшу кількість пригод. В Сакаганському районі зафіксовано найбільшу частину аварій, а небезпечними місцями є пр.200-річчя Кривому Рогу, пр.Металургів, вул.Світлогірська, пр.Миру, вул.Орджонікідзе. Найбільш загрозливими днями тижня в Кривому Розі є п'ятниця, понеділок та вівторок. Самим аварійним часом доби є проміжок між 16.00 – 20.00 годинами.

Складні ситуації під час дорожньо-транспортного руху, кількість скоєних пригод вимагають нових підходів до швидкого фіксування та аналізу місця пригоди. Існують нові технології, сучасні методики, прилади, комп'ютерні програми, які розробляються і удосконалюються.

Однією з найпростіших методик є використання рулетки для інспекторів ДАІ в дослідженні ДТП, яка є економною, але так як її використовують вручну, часто погано читається, масштаб не дотримується і відповідно точність – низька.

Аналіз літературних джерел дозволив також встановити, що метод використання рулетки під час оформлення дорожньо-транспортних пригод можливий, але застарілий, метод фотозйомки більш ефективний, але науково-технічний прогрес не стоїть на місці. Відбулася революційна технологія фіксації дорожньо-транспортних пригод, появився метод наземного лазерного сканування. Дана технологія дає змогу отримати трьохмірну комп'ютерну модель будь-якого об'єкту: чи то авто, чи дороги, чи будь-який малодоступний об'єкт, не потрібно зупиняти рух транспорту, виконувати виміри навіть за відсутності освітлення.

Даний прилад дозволяє за лічені хвилини зафіксувати обстановку при скоєнні дорожньо-транспортної пригоди, зібрати дані, які мають до неї відношення, а також відобразити прилеглу до неї територію. Ще однією перевагою цього методу є те, що перебуваючи на відстані від об'єкту, дистанційне зондування дозволяє збирати інформацію про досліджуваний об'єкт, при цьому отримувати дані у вигляді координат точок поверхні, що значно розширює можливості подальшої комп'ютерної обробки результатів.

Результати створеної моделі передаються в програми САПР через формати *dxg*, *dwg*, *txt* та власний формат *coe* (*Cloudworx Object Exchange*). В подальшому дані не зможуть бути відредаговані або змінені. Після збору і обробки даних отримуємо закінчену трьохмірну картину з місця ДТП.

Для обробки результатів наземного лазерного сканування існує велика кількість програмних комплексів, які слід дослідити і проаналізувати в подальших дослідженнях.

Разом з тим, слід також відзначити, що застосування методу лазерного сканування є дуже коштовним. Зважаючи на складну економічну ситуацію, в якій сьогодні знаходиться наша країна, можна припускати, що таке цінне обладнання, яким є лазерний сканер, вряд чи зможуть закуповувати та використовувати співробітники структури ДАІ. У зв'язку з викладеним, необхідно зосередити зусилля науковців на створенні пристроїв, які забезпечували б необхідну точність фіксації ДТП, але мали економічно вигідну ціну.

2. С.І. Дорогунцов, О.С Новоторов, Г.С Ніколаєнко. Оцінка земельно-ресурсного потенціалу України і проблеми забезпечення його ефективного використання: Наукова доповідь / РВПС України НАН України. - Київ, 1999.- С. 61
3. С.І. Дорогунцов, М.А. Хвесик, П.П. Пастушенко. Екосередовище і сучасність. - Т.1: Природне середовище у сучасному вимірі: Монографія. - К.: Кондор, 2006. - 424 С.123, С.67
4. В.А Коптюч. Конференція ООН по откружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992): Информационный обзор, РАН, 60. - Новосибирск, 1992. - 263 с.
5. Л.Г. Мельник. Екологічна економіка: Підручник. - Суми: ВТД «Універс. книга», 2002. - 346 с.243,с.178

УДК 528.5

О.Є.КУЛКОВСЬКА, д-р. техн. наук, О.О. ТРИГЕР, магістрант,  
І.Р. КУЛКОВСЬКИЙ, Криворізький національний університет

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ ТЕХНІКИ В КРИВОРІЗЬКОМУ РЕГІОНІ**

Протягом останнього століття безперервно відбувалися зміни технічних засобів, що використовуються для виконання польових геодезичних робіт і подальшої обробки їх результатів. Ці зміни безперервно пов'язані з розвитком нових технологій, впровадженням у виробництво останніх досягнень в області науки і техніки.

Завдання, які вирішуються в даний час геодезистами вимагають застосування нових технологій та сучасних приладів, що дозволяють вирішувати поставлені завдання в найкоротші терміни.

В даний час на ринку геодезичного обладнання існує нове покоління приладів, що дозволяють виконувати всі вимірювання в автоматизованому режимі. Такі вимірювальні прилади забезпечені вбудованими обчислювальними засобами і запам'ятовувачими пристроями, що створюють можливість реєстрації і зберігання результатів вимірювань, подальшого їх використання на персональних комп'ютерах для обробки.

Очевидно, що з технічної точки зору переваги нової техніки досить вагомі і про це говорить той факт, що в даний час вона широко використовується. Але разом з тим виникає необхідність економічної оцінки при впровадженні у виробництво нових приладів і обладнання, які часто мають досить високу вартість у порівнянні з традиційно застосовуваними геодезистами приладами, за допомогою яких можна вирішувати поставлені завдання. Також при виборі геодезичного обладнання необхідно враховувати напрямок діяльності підприємства, види та об'єм виконуваних робіт.

Згідно з досліджень найпоширенішою геодезичною технікою є електронні рулетки, тахеометри та GPS-системи. І хоча сучасний ринок геодезичного обладнання пропонує багатий вибір електронних теодолітів і нівелірів, все ще широко використовуються оптичні прилади. Також не дивлячись на велику кількість переваг і достатньо широку сферу застосування, системи лазерного наземного сканування не отримали розповсюдження у Криворізькому регіоні через їх високу вартість.

Пропозиції на ринку геодезичного ринку на сьогодні досить різноманітні компанії пропонують максимально широку лінійку техніки. Вітчизняний ринок геодезичного обладнання сформований в основному з представництв і дилерських компаній зарубіжних виробників. В нашому ж регіоні найбільш поширеними є прилади компаній Sokkia, Topcon (Японія), LeicaGeosystems (Швейцарія), Trimble (США).

А.Ю. ПАЛАМАР, аспірантка, Криворізький національний університет  
Й.Д. МАЯКОВ, Криворізька геологічна експедиція «Кривбасгеологія»

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗОН ПО КОМФОРТНОСТІ ПРОЖИВАННЯ В КРИВОРІЗЬКОМУ РЕГІОНІ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО УРАХУВАННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ І ВИЗНАЧЕННІ НОРМАТИВНОЇ ОЦІНКИ ЗЕМЕЛЬ**

Своєрідна геологічна будова порід, видобуток залізної та, в минулому, уранової руди, переробна промисловість, супутні високо технологічні виробництва, дуже висока щільність населення зі своїми, не менш значними факторами впливу на природне середовище, призвели до такої ситуації, коли зміна екологічного стану природного середовища наближається до катастрофічного.

Швидко, можна навіть сказати, швидкісна урбанізація як глобальна проблема з'явилася вже кілька десятків років тому, і розвиток великих міст в мегаполіси призвело до народження основних джерел перетворення і забруднення навколишнього середовища, а також зміна міського простору. Основні критерії оцінки змін екологічного стану геологічного середовища міста Кривого Рогу зводиться до того, що місто, є унікальне щодо формування екологічної обстановки. Це практично єдине місце в Україні, де екологічний стан довкілля зумовлено такими різними і в той же час значними, за своїм впливом, факторами [1].

Проблема створення екологічних зон комфорту проживання в агресивному міському середовищі набуває особливої важливості у зв'язку з бурхливим зростанням міського населення і ущільненням міської забудови. Зростання міста супроводжується скороченням кількості чистого повітря, води, зеленого простору і тиші, чого так не вистачає сучасній людині з його прискореним ритмом життя в містах і мегаполісах.

Великі міста вносять істотні зміни у сформований вітровий режим руху повітряних мас.

Висотні будівлі, розміщені в міському середовищі без урахування вітрового режиму, також можуть призводити до створення небажаних вихрових потоків, оточуючі стіни будівель [2].

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Надзвичайно важливим чинником, що істотно впливає на територіальну організацію всього соціально-економічного життя і ефективності виробництва, є екологічна обстановка.

У роботі розглянуто умови формування та просторового поширення основних видів забруднення природного навколишнього середовища міста Кривого Рогу. Матеріали геолого-екологічних досліджень та карта зон по комфортності проживання на даній території дають підстави для висновку про кризовий стан довкілля [3].

Для Кривого Рогу характерний сильний ступінь забрудненості повітря, ґрунтів та підземних вод майже на всій території міста при високому ступені ураження поверхні штучно викликаними екзогенними процесами.

Все зазначене дає підстави для висновку, що територія Кривого Рогу вимагає негайних заходів щодо реабілітації навколишнього середовища [4].

Показники нормативної грошової оцінки землі визначаються по категоріям території населених пунктів якості землі, її цілісним характеристиками, функціональному використанню.

Також враховується екологічні і інші обмеження використання землі [5].

На жаль, в даний час нормативна оцінка землі і відповідно суми стягуваних грошових коштів у фізичних та юридичних осіб по оподаткуванню і орендній платі за користування цими земельними ділянками не завжди відображаються, а частіше зовсім не відображають вплив екологічних чинників на ці ціни.

Вважаємо, що доцільно розглянути можливість введення використання екологічного коефіцієнта в подальших роботах при проведенні й визначенні нормативної оцінки землі, адже на сьогодні екологічний чинник у нормативній грошовій оцінці земель в Україні враховується лише на локальному рівні.

## Список літератури

1. Д.С. Добряк. Грошова оцінка земель як важливий чинник регулювання ринку сільськогосподарських земель / Добряк Д.С., Вітвіцька В. М. // Землеустрій і кадастр. - 2010. - № 1. - С. 5-16.
2. І.П. Манько. Грошова оцінка земель: екологічні чинники / Манько І.П. // Землевпорядний вісник. - 2004. - №4. - С. 84-88.
3. В.А. Горохов. Зеленая природа города: учебник для вузов – М.: Стройиздат, 2003
4. Д.І. Бабміндра. Грошова оцінка земель повинна здійснюватися на ринкових засадах / Бабміндра Д. І., Єлефтеріаді Т. І // Землеустрій і кадастр. - 2010. - № 1. - С. 16-19.
5. І.Д. Багрій, П.В. Блінов. Геоекологічні проблеми криворізького басейну в умовах реструктуризації гірничодобувної галузі. – К.: Фенікс, 2002. – 192 с.

УДК 528: 001.12/.18

О.Є. КУЛКОВСЬКА, д-р техн. наук, доц., Д.В. КОЛІСНИЧЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

### АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕОДЕЗИЧНОЇ І КАРТОГРАФІЧНОЇ ГАЛУЗЕЙ У КРИВОРІЗЬКОМУ РЕГІОНІ

Геодезія та картографія складають одну з державотворчих галузей, що мають політичне, економічне, військове, етнографічне та історичне значення. Державне агентство земельних ресурсів України ставить перед собою безліч завдань, де серед першочергових завдань є організація та забезпечення виконання астрономо-геодезичних, гравіметричних, інженерно-геодезичних, топографічних, картографічних, картовидавничих робіт, проведення супутникових радіонавігаційних спостережень, створення та ведення баз і банків геопросторових даних. Незважаючи на велику кількість теоретичних розробок, сучасний стан картографо-геодезичного забезпечення земельно-кадастрових робіт та аналіз картографо-геодезичного забезпечення земельного кадастру Криворізького регіону залишається актуальним. Виконання системно упорядкованого та конкретизованого на рівні регіону погляду на стан картографо-геодезичного забезпечення земельно-кадастрових робіт, дозволить сформулювати його організаційні проблеми та рекомендувати можливі шляхи їх вирішення. При цьому необхідно розв'язати такі задачі:

- вивчити стан геодезичного забезпечення земельно-кадастрових робіт у регіоні;
- дослідити стан картографічного забезпечення земельно-кадастрових робіт у регіоні;
- з'ясувати організаційні проблеми картографо-геодезичного забезпечення земельно-кадастрових робіт в Криворізькому регіоні.

Як показали дослідження, більше ніж 60% топографічних карт становлять карти з роком відповідності місцевості 10 років і більше. Зважаючи на те, що потреби господарства і оборони вимагають оновлення змісту карт і планів не пізніше, ніж через 5 років, необхідно щорічно оновлювати, за підрахунками Укргеодезкартографії, 14017 номенклатурних аркушів.

Проведення топографо-геодезичних і картографічних вишукувань при виконанні землепорядних робіт здійснюється з порушенням нормативних документів, що призводить до нерационального використання земель і неможливості створення земельного кадастру.

Таким чином, сучасне картографічне забезпечення території Криворізького регіону є незадовільним для виконання кадастрових і землепорядних робіт. Наявний картографічний матеріал - застарілий, оскільки оновлення топографічних карт (планів), яке повинно виконуватися через 5 років, вже давно не здійснювалося. Тому для виконання першочергових і невідкладних завдань кадастрових знімань на території Криворізького регіону потрібно виконати комплекс робіт по великомасштабних зніманнях та оновленні топографічних карт.

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., О. О. МІГА, магістрант  
Криворізький національний університет

## АВТОМАТИЗАЦІЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА БОРТАМИ КАР'ЕРУ

Дослідження деформацій породного масиву в моніторинговому режимі, має на увазі багаторазове, від циклу до циклу, виконання точних маркшейдерсько-геодезичних вимірювань на одних і тих же пунктах мережі, за однією програмою робіт з подальшим аналізом змін геометричних взаємозв'язків між реперами. З цього випливає важлива особливість геодинамічних полігонів: можливість детального вивчення умов проведення спостережень на кожному пункті мережі і використання їх при плануванні часу і періоду проведення вимірювань.

Оскільки одним з найголовніших вимог виконання високоточних маркшейдерсько-геодезичних робіт із застосуванням *GPS*-обладнання є хороша радіовидимість на всіх визначених пунктах, яка забезпечується наступними факторами: низьким значенням коефіцієнта *PDOP*, високим співвідношенням «сигнал / шум», якістю радіосигналу і відсутністю втрати цілих циклів при прийомі радіосигналу. Сприятливими для виконання вимірювань є проміжки часу, коли забезпечується прийом супутникового радіосигналу від 7-8 і більше супутників при коефіцієнті *PDOP* меншому 4. Якщо одночасно працюють 2 і більше *GPS*-приймачів за результатами різниці фаз супутникового радіосигналу можливе визначення з міліметровою точністю компонент вектора між двома і більше реперами спостережної станції. Дослідження «*Federal Geodetic Control Subcommittee*» (*FGCS*) і виконання практичних робіт, при маркшейдерсько-геодезичних вимірюваннях на базисах менше 2,0 км для досягнення точності вимірювання, що дорівнює  $3\text{мм} + 0,01\text{ppm}$ , достатньо провести накопичення даних на пункті протягом 13-20 хвилин. Продовження часу сеансу спостережень дозволяє отримати надлишкові дані, які надалі використовуються при аналізі точності маркшейдерсько-геодезичних побудов.

Реальним контролем точності маркшейдерсько-геодезичних побудов є незалежні вимірювання на щойно визначені пункти, то програма польових вимірювань, як правило, передбачає проведення повторних вимірювань на ряді пунктів мережі. Безперервний моніторинг з використанням *GPS* систем призводить до того, що внутрішньодобові і сезонні ефекти відразу ж проявляються у вигляді фоновому шуму в табличних даних і графіках.

При проведенні планових робіт з маркшейдерсько-геодезичного моніторингу бортів кар'єру необхідні більш тривалі спостереження, а програмний модуль повинен здійснювати управління об'ємними базами даних вимірювань в необмеженій кількості проектів і мати можливість поповнення, редагування баз даних відповідно до нової вимірювальної інформації, навіть якщо вона була отримана через деякий час. Вимірювання можуть бути виконані в результаті використання несучої частоти, або кодів модуляції, що дозволяють отримати псевдодальність. Кодові вимірювання можуть ґрунтуватися на *P*-кодів і на *C/A*-кодів. Кожен супутник *NAVSTAR GPS* випромінює свій код, а супутники *ГЛОНАСС* використовують єдиний код на всі супутники. У пам'яті приймача зберігаються всі коди, за якими проводиться розпізнавання номера супутника (для *NAVSTAR GPS*).

У маркшейдерсько-геодезичних роботах в основному використовують приймачі, здатні виробляти фазові вимірювання на частоті  $L_1$  або двох частотах  $L_1$  і  $L_2$ . Проте для визначення поправок в години приймача і забезпечення синхронної роботи декількох одночасно працюючих приймачів паралельно з фазовими вимірами виконують кодові вимірювання з використанням *C/A*-коду. За кодovими вимірами мікропроцесор приймача автоматично обчислює поправку і коригує годинник приймача з точністю  $1\text{мс} = 0,001\text{с}$ .

Одже застосування сучасних методів для спостереження за процесом зрушення бортів кар'єру дозволяє проводити дослідження на якісно вищому рівні і високу ефективність для вирішення завдань геомеханіки і моніторинг напруг, що відбувається в земній корі, і контроль деформацій вимірювання яких мають неоднозначність.

Н. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., М. П. СЕРГЕЕВА, старший преподаватель  
Криворожский национальный университет

## **НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Построение рациональной структуры системы обработки маркшейдерско-геологических данных при управлении качеством полезного ископаемого с применением компьютерных технологий требует рассмотрения ряда аспектов проблемы. Решение функционального аспекта, что отражает взаимосвязь процессов управления по уровням производства, фазам и периодам управления определяет выбор состава комплексов функциональных задач. Информационный аспект предусматривает создание и актуализацию динамической системы накопления и движения первичных и производных данных. Организационно-технический аспект связан с обоснованием рационального уровня автоматизации обработки информации, выбору технических средств и вариантов их использования.

Сложность геолого-геоморфологических и горных условий разрабатываемого месторождения железистых кварцитов Кривбасса открытым, подземным или комбинированным способами - геологического строения и вещественного состава, организационно-технологической структуры разведки при добыче, процессов формирования рудопотоков и качества полезного ископаемого - определяет существенные различия в объеме и составе переработанной информации, методах и содержании решаемых задач на горнодобывающих предприятиях.

Детальный анализ работ по созданию автоматизированных систем обработки информации, управления технологическими процессами и производством показывает, что наиболее эффективные результаты можно достичь двумя путями: максимальной типизации общесистемных решений и созданием максимального количества стандартных алгоритмических модулей. Задача типизации и унификации заключается в определении структуры системы на основе анализа объекта управления, создании типовых проектов системы для горнодобывающих предприятий со стандартных агрегатов с практической настройкой функциональной части систем на базовых горнодобывающих предприятиях и с последующим тиражированием этих систем для однородных объектов. Создание типовых модулей позволяет в каждом конкретном случае формировать (генерировать) необходимую структуру системы. Установлена также необходимость централизации решения маркшейдерско-геологических задач в рамках самостоятельной функциональной системы. Функционирование маркшейдерско-геологической системы управления качеством добываемого полезного ископаемого на единой математической, методической, информационной и технической основе обеспечивает возможность автоматизации обработки информации о качестве полезного ископаемого на всех уровнях управления и этапах формирования качества полезного ископаемого.

Состав показателей, характеризующих источники экономической эффективности, связан с приведением в действие различных резервов производства при внедрении маркшейдерско-геологических задач, которые образуют следующие обособленные группы по факторам повышения эффективности: задачи, обеспечивающие оптимизацию проектирования и планирования горных работ (геостатистическая оценка качества полезного ископаемого в недрах, автоматизированная геометризация, прогнозирование качества полезного ископаемого по направлениям развития горных работ и др.); задачи, связанные с повышением уровня и стабильности качества полезного ископаемого за счет совершенствования статистического контроля, анализа и регулирования (прогнозирование качества полезного ископаемого по уровням формирования, статистическое регулирование, расчета кондиций и стандартов на качество полезного ископаемого); задачи, обеспечивающие условную экономию затрат от снижения расходов по обслуживанию производства за счет сокращения объемов ручных камерально-вычислительных, горнографических и горно-маркшейдерских работ, ускорения процессов поиска, сортировки, представления данных на основе использования информационных моделей месторождения, рудного тела или его участка (планирование и учет изменения балансовых запасов полезного ископаемого, моделирование горно-геологических объектов). Решение маркшейдерско-геологических

задач направлено на інформаційне забезпечення процесів управління якістю корисного копалини.

Таким образом маркшейдерско-геологическое управление качеством полезного ископаемого можно рассматривать как процессы обработки соответствующей информации при принятии решений в контурах генерального, перспективного, текущего и оперативного управления.

УДК 622.113: 622.271

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., І. О. ШУБІН, магістрант  
Криворізький національний університет

### **АВТОМАТИЧНИЙ СПОСІБ МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУРО-ВИБУХОВИХ РОБІТ В КАР'ЄРІ**

Проведення вибухових робіт - невід'ємна і відповідальна частина технологічного процесу видобування корисної копалини. Саме від проведення вибухових робіт залежить, яка рудна сировина надійде на дробильно-сортувальні комплекси, і якими будуть собівартість і якість готової продукції. Компанія «Юнігран», працюючи тривалий час на ринку буро-вибухових робіт, прийшла до висновку, що звичний процес видобування рудної сировини можна організувати за іншими принципами, з мінімальними трудовитратами, зі значно меншим екологічним навантаженням і з більш високою ефективністю.

Буро-вибухові роботи на відкритих гірничих розробках виконуються окремими свердловинами, групами свердловин (блоками) або масовими вибухами. Найбільш поширеним способом в даний час є підірвання блоками панелей довжиною більше 100 м і в поперечнику рівними ширині уступу. Маркшейдерське забезпечення гірничих робіт при цьому включають: підготовку графічних та аналітичних матеріалів для складання проекту вибуху; перенесення проектного положення свердловин виробок на уступі; зйомки гирл свердловин, пробурених в межах блоку, і контрольного заміру глибини свердловин; зйомки бортів, укосів, уступів, будівель і споруд, що знаходяться в безпосередній близькості від меж небезпечної зони; зйомки блоків після вибуху.

На проектному плані (викопіювання з основного плану) блоки в масштабі 1:500 - 1:1 000 вказують гирла свердловин, їх глибини і висоти, верхні і нижні майданчики, укоси, уступі, висоти бровок, межі блоку, контакти корисної копалини і вмещаючих гірських порід, великі тріщини і геологічні порушення, межі вибухонебезпечної зони і предметів, розташованих в її межах. Проектні плани блоків при необхідності супроводжуються вертикальними перерізами по лініях свердловин із зазначенням контуру укосів і літологічного складу порід. Винос проекту в натуру здійснюється полярним або способом перпендикулярів. Кути відкладаються з помилкою 5'; відстані менше 50 м вимірюються далекоміром; перпендикуляри вимірюють з помилкою до 1 дм. Відстані (абсцису і ординату) вимірюють стрічкою або рулеткою. Із сутності способу ординат випливає, що точність зйомки буде тим вища, чим ближче буде знаходитись знімальний контур до пунктів знімального обґрунтування. Виходячи з цього вибирають місця для закріплення цих пунктів.

По закінченню буріння свердловин проводять їх обстеження - процес з'ясування проходності печатки вздовж ствола свердловини з метою визначення глибини вибою, перевірки стану свердловини, встановлення наявності в ньому дефектів, зайвих предметів і рівня рідини.

Після вибуху свердловин виконують маркшейдерську зйомку, за результатами якої визначають кути розвалу і обсяг підірваної гірничої маси, лінію відколу і коефіцієнт розпушення. Остаточну кількість підірваної гірничої маси визначають після відвантаження підірваної породи, зйомки і нанесення на план вертикальних перерізів нового положення верхньої та нижньої майданчиків, бровок і укосів уступу. При цьому виконується зйомка способом ординат або тахеометрична. При складній конфігурації високих малодоступних укосів виконують профільну зйомку. У разі відсутності приладів з внутрібазисними віддалекомірами (BRT-006, Д-1М) використовується екліметр (кутомір) на підставці і рулетці або телескопічна штанга.

За планом і перерізом визначають основні показники вибуху: продуктивність свердловин, питома витрата вибухових речовин, повноту відриву порід або корисної копалини, ступінь по-



дрібнення, обсяг гірської маси і корисної копалини, виданих з блоку. Кількість видобутої корисної копалини у ваговій мірі визначають як величину добутку об'єму виробленого простору в корисній копалині на об'ємну вагу корисної копалини.

УДК 622.113: 622.271: 681.5

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., А. В. ІВАНЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

## АВТОМАТИЗАЦІЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ В КАР'ЄРІ

У сучасних умовах ринкової економіки науково-технічний прогрес в гірничодобувній промисловості багато в чому пов'язаний з автоматизацією геолого-маркшейдерського інформаційного забезпечення гірничих робіт на всіх стадіях промислового освоєння родовищ корисних копалин з використання комп'ютерних технологій. Рішення більшості завдань, що виникають на гірничому виробництві, неможливе без проведення комплексу маркшейдерських робіт. У свою чергу, запорукою якісного і ефективного маркшейдерського забезпечення є використання геодезичних приладів, що забезпечують необхідну точність і оперативність отримання результатів вимірювань, а також програмного забезпечення.

При створенні цифрової моделі місцевості (ЦММ), електронний тахеометр є готовим рішенням для найширшого кола маркшейдерських завдань: визначення відстаней, розрахунку відносно базової лінії, визначення координат і висоти недоступного об'єкту, виконання зворотної засічки (визначення координат додаткової точки, за допомогою вимірювань в цій точці кутів між напрямками на три пункти або більше з відомими координатами) з можливістю передачі даних в комп'ютер через спеціальний інтерфейс, стає абсолютно незамінним приладом, що дає змогу скоротити витрати часу на обробку великої кількості даних. Сучасний електронний тахеометр має великий об'єм пам'яті для надійного зберігання отриманих даних, а інтерфейс для зв'язку з комп'ютером дозволяє завантажувати координати з ПК для подальшого винесення даних в натуру, також дані можна перенести в ПК для подальшої роботи з ними вже на стаціонарному комп'ютері або ноутбуку. Новітні електронні тахеометри досягають кутової точності в половину кутової секунди ( $0^{\circ}00'00,5''$ ), точність виміру відстаней до  $-0.6\text{мм} + 1\text{мм}$  на км. При виконанні дослідницьких робіт на кар'єрах, виміри тахеометром виконують в координатах, а за підсумками зйомки ведуть підрахунок об'єму гірничих робіт. Для цього дані польових вимірів обробляють в спеціальному програмному забезпеченні. Сучасні тахеометри це універсальна скануюча система для проведення швидких і якнайповніших вимірювань, що надає найширші можливості для роботи з просторовими даними. Функція сканування в *Trimble vx* забезпечує отримання повноцінної інформації про геометрію об'єктів, а це є оптимальним варіантом для правильного визначення об'ємів і здійснення моніторингу будов. Дані із сканера і вимірювання окремих точок легко об'єднуються між собою. Завдяки швидкому обертанню інструменту інтервал між вимірюваннями скорочується до мінімуму, а також надається можливість проведення лазерного сканування з використанням *Trimble VX*.

Рішення інженерних завдань забезпечується безперервним потоком даних з ділянки виконання робіт в програмі *Trimble 4d Control*, що надає швидке відображення результатів. Інтеграція тахеометра *Trimble VX* з супутниковим устаткуванням *Trimble* дозволяє виконувати не традиційні завдання, якщо немає необхідності використати його для інженерних досліджень. Так, його оптичні дані можуть бути скомбіновані з даними *GPS* і *3d*-скануванням.

Завдяки універсальності *Trimble vx* його можна вважати надійним об'єктом інвестицій, який гарантує швидке повернення вкладених в нього коштів. Прилад *Trimble vx* виконує не лише стандартні функції тахеометра, але і дозволяє результативніше проводити роботизованні зйомки і навіть *3d* сканування об'єкту. Тобто в ньому поєднуються якості і тахеометра, і лазерного *3d* сканера.

Завдяки використанню технології *Trimble Long - Range FineLock*, яка є інтелектуальним датчиком стеження, що дозволяє *Trimble vx* захоплювати тільки цілі без навколишніх призм на дальність до 2,5 км з точністю до 1 см.

Завдяки технології Trimble SurePoint самостійно компенсуються зміщення, які запобігають виникненню помилок наведення і додатковим витратам на проведення повторних вимірювань. Точність вимірювань залишається високою навіть при здійсненні моніторингу по відбиваючих плівках.

УДК 622.142.5: 553.31

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., М. П. СЕРГЄЄВА, старший викладач  
Криворізький національний університет

## МЕТОДИКА ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОДОВИЩА

Математична модель родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку є базовим елементом методу оцінки кондицій і підрахунку балансових і промислових запасів, тому що на її основі виконується геометризація запасів (побудова підрахункових блоків), знаходиться оптимальне положення контурів рудного поля шахти (кар'єру), проводиться (з урахуванням коефіцієнта рудоносності) підрахунок балансових чи промислових запасів при різних бортових вмістах корисного компонента (компонентів) і т.д.

В основі побудови математичної моделі балансових і промислових запасів лежить подання про закономірності розподілу концентрацій корисного компонента (компонентів) в об'ємі надр. Цей розподіл залежить від геолого-геохімічних особливостей процесу рудоутворення, властивості структури вміщуючих порід, а також від геометрії проб, за допомогою яких ведеться вивчення зазначеного об'єму. Упорядкована безліч концентрацій хімічних елементів у надрах ( $C$ ), розглянуте як функція просторових координат ( $x$ ) прийнято називати геохімічним полем:  $C = F(x)$ .

Таким чином, розглядаючи поле концентрацій корисного компонента (компонентів) як випадкову функцію просторових координат, ми приходимо до наступного формулювання завдання побудови математичної моделі родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку. Дано випадкову функцію просторових координат  $F(x, y, z)$ . Передбачається, що високочастотні складові  $\zeta(x)$  модулюються низькочастотними складовими по амплітуді. Функція  $F(x)$  представляє собою поле концентрації одного або декількох корисних компонентів, і конкретна реалізація цієї функції  $F^*(x)$  визначає, у деякому об'ємі надр,  $V$  родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку, що досліджується. В окремих точках простору з індексами  $(i, j, k)$  визначені значення  $F^*_{ijk}$  у вигляді вмістів корисного компонента (компонентів) в пробі  $(i, j, k)$ . Задано певний по технічних або іншим обставинам об'єм  $V(i, j, k)$  - так званий осередок моделі надр; родовище представлено як тривимірна матриця, що складається з таких об'ємів у межах  $V$ . За даними опробування в деяких осередках можна оцінити розподіл ймовірностей вмістів корисного компонента (компонентів)  $F^*(c, V_{ijk})$  у пробах, що належать зазначеній функції  $F(x)$ . Потрібно, користуючись значеннями  $F^*$  і властивостями  $F(x)$ , побудувати оцінки розподілів  $F^*$  в інших об'ємах (осередках), що входять до складу матриці  $V = \{V_{ijk}\}$ . Тривимірна матриця зазначених осередків, у межах кожної з яких дані оцінки  $F^*(c, V_{ijk})$  розподілів ймовірностей вмістів корисного компонента (компонентів), розглядається як математична модель функції  $F(x)$  і надалі називається математичною моделлю родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку. Виходячи із цієї концепції, можна таким способом визначити основні поняття, які пов'язані з побудовою математичної моделі родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку.

1. Математична модель родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку являє собою систему (тривимірну матрицю) елементарних блоків (елементів), у кожному з яких заданий розподіл ймовірностей (гістограма) вмістів корисного компонента (компонентів) в елементарних об'ємах.

2. Осередками моделі родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку називаються прив'язані в просторі прямокутні паралелепіпеди фіксованого розміру, з яких складена тривимірна матриця моделі, і кожному з яких приписаний розподіл ймовірностей вмістів корисного компонента (компонентів) по типах корисної копалини, обумовлене в елементарних об'ємах.

3. Елементарним об'ємом називається той об'єм надр для якого оцінюється вміст корисного компонента (компонентів). Це може бути об'єм проби фіксованого діаметра і довжини, об'єм групи проб об'єднаних на висоту уступу або по заданих кондиціях, виймальний об'єм, що відповідає певному рівню селективності відпрацювання. При зміні елементарного об'єму (так звана мінливість геометрії проб) змінюється і гістограма розподілу вмістів корисного компонента (компонентів).

4. Зона мінералізації - область тривимірного простору, що оточує родовище, поклад, рудне тіло, його ділянку або блок, у межах якої будується модель. Дані опробування, які залишились за межами зони мінералізації при побудові моделі родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку не використовуються.

Алгоритм побудови математичної моделі родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку складається з ланцюга процедур, кожна з яких представляється самостійним завданням, причому рішення окремих з них відрізняється істотною математичною новизною.

УДК 622.34: 658.562

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., М. П. СЕРГЄЄВА, старший викладач  
Криворізький національний університет

### **ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ У БАЛАНСОВИХ ЗАПАСАХ**

Прогнозування середніх значень якісних показників в балансових запасах корисної копалини у надрах – одна з найважливіших при реалізації функцій маркшейдерсько-геологічного управління якістю корисної копалини і рудної сировини. Застосування методів, заснованих на теорії випадкових функцій, дає задовільні результати для блоків малого розміру, слабо «освітлених» розвідувальними даними, з якими найчастіше доводиться зустрічатися в умовах діючих гірничодобувних підприємств. Питаннями прогнозування якісних показників корисної копалини у надрах та у рудній сировині займалися провідні вчені Марголін О.М., Єршов В.В., Ушаков І.М. та інші. Запропоновано досить багато методів прогнозування, більшість з яких не є ефективними з погляду похибки оцінки, оскільки не враховують характер мінливості показників.

Оцінка якісних показників корисної копалини у надрах та у рудній сировині може бути успішно вирішена рівняннями крайгінга і оцінкою величини дисперсії, якщо модель розміщення ознаки в просторі не містить закономірної складової  $C_{\gamma}(x, y, z)$ , а автокореляційна функція  $K(h)$  або власна функція  $\gamma(h) = \frac{1}{2}S(h) = K(0) - K(\infty)$  задані. Існує два варіанти реалізації методу в за-

значених умовах. Перший варіант пов'язаний з точним вирішенням системи рівнянь крайгінга (дискретний крайгінг), другий – з можливими спрощеннями, виходячи з фізичного смислу рівнянь (випадковий крайгінг). Спрощення рівнянь можливо, зокрема, при таких ситуаціях, коли результат оцінювання очевидний до проведення розрахунків. Якщо лінійні розміри блоку, що оцінюється мають той же порядок, що і середня відстань між точками опробування, тоді в оцінку якості корисної копалини родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку істотний внесок внесуть лише ті проби, які ближче всього розташовані до центру оцінюваного родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку, тобто вагові коефіцієнти проб, що вилученні від родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку, будуть дорівнювати нулю. Такий висновок підтверджується точним вирішенням системи рівнянь крайгінга, що враховують всі вихідні дані. Другий варіант пов'язаний з оцінкою порівняно більших родовищ, покладів, рудних тіл, їх ділянок або блоків. У цьому випадку варто очікувати, що всі проби, які перебувають у межах родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку, що оцінюється, будуть мати приблизно однакові ваги. Проби на периферії родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку також увійдуть в оцінку з однаковими вагами, відмінними від ваг для проб у середині родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку.

Таким чином, висновок про можливість спрощення рівнянь крайгінга, а отже, і оцінки середнього значення показника повинен базуватися як на дослідженні мінливості показників яко-

сті корисної копалини, так і на аналізі геометричних характеристик родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоків, що оцінюються, параметрів розвідувальних мереж. Як показують розрахунки, для малих родовищ, покладів, рудного тіла, його ділянки або блоків досить залучити для оцінки три – шість найближчих проб. У цьому випадку для регулярних мереж опробування розрахунки коефіцієнтів можуть бути проведені заздалегідь для найбільш типових конфігурацій взаємного розташування родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку і проб, що беруть участь в оцінці. При використанні комп'ютерних технологій для знаходження оцінок середніх значень якісних показників корисної копалини у таких родовищах, покладах, рудних тіл, його ділянках або блоках у випадках відхилень від стандартних умов алгоритмічно зручніше вирішувати задаючи число проб, що беруть участь в оцінці, або межі ореола, у межах якого проби залучаються до оцінки. І в тому, і в іншому випадку порядок системи рівнянь крайінга не перевищує шести. Якщо лінійні розміри родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоків перевершують середню відстань між пробами в декілька разів, а об'єми блоків набагато менші об'єму родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки, у якому вони перебувають, то оцінка може бути спрощена. Якщо число проб, що попадають в оцінювання якісних показників корисної копалини родовища, покладу, рудного тіла, його ділянки або блоку об'ємом  $v$ , дорівнює  $n$ , а число всіх проб у межах поля  $V$  дорівнює  $N$ . Тоді в якості оцінки інтеграла якісних показників корисної копалини використовуємо вираз

$$\bar{C} = \lambda C_n + (1 - \lambda) \bar{C}_N,$$

де  $\lambda$  - середня арифметична оцінка якісних показників корисної копалини по пробах родовища, покладу, рудного тіла.

УДК 622.1:004.9

В.В. КАПУСТА, аспірант, Криворізький національний університет

## МАРКШЕЙДЕРСЬКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СТІЙКОСТЮ ГІРСЬКОГО МАСИВУ НА КАР'ЄРАХ

Перехід виробництва і народного господарства країни на інтенсивний шлях розвитку планується здійснити на основі прискорення науково-технічного прогресу, поліпшення використання основних виробничих фондів, забезпечення повного завантаження потужностей і устаткування, збільшення валового внутрішнього продукту і продуктивності праці. Вирішення цих завдань пов'язане з будівництвом, розширенням і реконструкцією промислових підприємств та цивільних об'єктів, нормальна, безаварійна робота яких багато в чому залежить від стійкості земної поверхні, на якій вони розташовані. Характер і масштаби виробничої діяльності людини сьогодні є такими, що її результати впливають не тільки на повітряне і водне середовище, але й на земну поверхню. Наочним прикладом такої діяльності є район Криворізького залізрудного басейну, загальна площа міської території якого складає 42,5 тис. га, на 15,2 тис. га з яких розташовані гірничодобувні та переробні промислові підприємства і виробництва (за даними асоціації «Укррудпром»), при цьому 14,4 тис. га відносяться до підприємств, що видобувають корисні копалини відкритим способом з використанням масових вибухів у кар'єрах. Виконання маркшейдерсько-геодезичних спостережень у цих умовах висуває особливі вимоги до стійкості земної поверхні в зонах, де закладаються реperi, які є вихідними (початковими) пунктами при виконанні робіт. Тому завдання визначення стійкості, характеру і ступеня порушеності земної поверхні, раціонального використання територій, поліпшення екологічної обстановки, вирішення маркшейдерсько-геодезичних завдань і задач природокористування, а також перспективного будівництва в умовах напружено-деформованого стану масиву гірських порід у кар'єрах є актуальним.

Програмні засоби, що дозволяють побудувати об'ємні моделі бортів кар'єру можна віднести програмний продукт *OziExplorer*, Комплекс 3-D аналізу, *ArcGis 3-D Analyst*. Комплекс 3-D аналізу призначений для створення моделей поверхонь і вирішення завдань просторового аналізу з використанням побудованих моделей. Моделі поверхонь можуть бути створені за векторним даними форматів *SHP*, *MIF*, *DXF*, *SXF*, *KML* та інших, за інформацією з таблиць бази

даних (*DBF, XLS*), а також можуть бути завантажені з форматів *SRTM, GeoTIFF, XYZ, LAS* та інших, всього більше 20 форматів. Моделі поверхонь використовуються для формування тривимірної карти місцевості, а також при вирішенні задач оцінки рельєфу: обчислення відстаней, розрахунок площ і об'ємів, профілювання, побудова зон видимості, визначення напрямів схилів. Комплекс *3-D* аналізу використовує моделі поверхонь в задачах побудови ізоліній, формування координати *H* (висота) об'єктів карти, при побудові зон для моделювання аварійних ситуацій. *3-D-Analyst* надає інтерфейс для реалістичної візуалізації просторових даних, анімації, використання тривимірних умовних знаків та підписів. *OziExplorer3-D* – програмне забезпечення, яке дозволяє переглядати тривимірні зображення об'єктів з можливістю обертання в усіх напрямках і зміною масштабу. Тривимірна карта складається з зображення карти (або частини зображення) і сітки висот в інтервалі, визначеному користувачем. Програма викреслює тривимірну сітку висот і потім накладає зображення карти на сітку (операція називається текстуруванням) для отримання тривимірної карти. У розглянутій комп'ютерній системі для побудови моделей породних відвалів використовувався програмний продукт *OziExplorer3-D*. Для створення тривимірної моделі в *OziExplorer3-D* необхідно зображення борта кар'єру чи відвалу, файл прив'язки до координатної сітки і відповідні координатам значення висот точок земної поверхні. В якості висотних даних були обрані файли *SRTM*.

Таким чином розглянувши основні переваги маркшейдерсько-геодезичних методів і приладів, що використовуються для систем контролю за станом бортів кар'єрів і відвалів та інформаційне програмне забезпечення запропоновані рекомендації для виконання контролю за напружено-деформованим масивом гірських порід на залізрудних гірничодобувних підприємствах.

УДК 622.27

Н. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., В. В. КАПУСТА, аспірант  
Криворожский национальный университет

## **ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В КРИВОРОЖСКОМ БАССЕЙНЕ**

Ежегодное наращивание добычи полезных ископаемых открытым способом в Криворожском бассейне привело к безвозвратным потерям огромных площадей плодородных земель из-за расположенных вокруг карьеров внешних отвалов и хвостохранилищ. Тем ГОКа, которые достигли проектной мощности или находятся в стадии доработки, необходимо приостановить дальнейшее изъятие плодородных земель. Это невольно заставляет переходить на новые, более прогрессивные технологии разработки рудных месторождений. Исходя из основных положений современной концепции сохранения недр, следует оценить роль и перспективы развития комбинированной технологии разработки рудных месторождений. В середине 1970-х годов объединение «Кривбассруда» начало освоение добычи кварцитов подземным способом. Были разработаны проекты добычи кварцитов на руднике «Первомайский» Первомайского железорудного комбината (ПЖРК), на двух шахтах рудника им. Ленина и на руднике им. Дзержинского. Были введены в эксплуатацию первая очередь ПЖРК мощностью 6,3 млн. т., шахта им. Ордженикидзе ОАО «ЦГОК» мощностью 1,5 млн. т., первая очередь шахты «Гигант» мощностью 2 млн. т. С начала экспериментальных работ с 1978 г до 2013 г подземным способом было добыто свыше 60 млн. т. кварцитов. В настоящее время шахтой им. Ордженикидзе ПАО «ЦГОК» добываются запасы неокисленных магнетитовых кварцитов залежи «Южная-Магнетитовая» на гор. -527 м, годовая производительность шахты составляет 1600 тыс. т. магнетитовых кварцитов. Так как отработка кварцитов подземным способом ведется в полях действующих шахт, то добыча их не требует дополнительного отвода земель ни для собственно добычи, ни для складирования пустой породы. Средний коэффициент вскрыши по ГОКа Кривбасса равен 0,75 м<sup>3</sup>/т, а с учетом коэффициента разрыхления на каждую тонну добытой руды нужно закладывать 1 м<sup>3</sup> породы. Таким, образом, для добычи 45 млн. т руды открытым способом необходимо заскладеировать 45 млн. м<sup>3</sup> пустой породы. Для этого потребовалось бы (при проектной высоте отвала 80 м) 56 га пахотной земли без учета земли, необходимой для развития собственно карьера. Таким образом,

при открытом способе разработки намного больше отчуждается земельных угодий. В Криворожском бассейне, на долю которого приходится до 85% производимой в Украине товарной железной руды, открытыми горными работами на 2014 год нарушено около 17,5 тыс. га земель, подземными – 2,7 тыс. га, из них рекультивировано соответственно 5,5 и 8,6% указанных площадей. Известно, что к основным параметрам комплексной разработки относятся: запасы руды на открытых и подземных работах, производственная мощность карьера и подземного рудника, сроки строительства и эксплуатации карьера (рудника) при совместном ведении горных работ. Основным фактором, определяющим технико-экономические показатели отработки месторождения, являются границы открытых работ, в связи с чем главным вопросом технико-экономического обоснования и расчета основных параметров комплексной разработки месторождения есть установление оптимальных границ между открытыми и подземными работами.

Границы открытого способа определяются проектировщиками по рассчитанному граничному коэффициенту вскрыши ( $\Pi_3$ ). Учет всех факторов разработки (геологических и топографических, горнотехнических и технологических, экономических, экологических) показывает, что граничный коэффициент вскрыши не постоянен, а изменяется под действием перечисленных факторов и с глубиной разработки. В расчетах этого коэффициента происходит взаимная корректировка главных параметров карьера. Формулы расчета граничного коэффициента выводятся из принципа сравнения экономических показателей разработки открытым и подземным способами. Такое экономическое сравнение обязательно должно приводиться в равных горно-геологических условиях.

УДК 622.02 (075.8)

В. В. КАПУСТА, аспірант, Криворізький національний університет

### **ВИЗНАЧЕННЯ МІНЛИВІСТІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІРСЬКИХ ПОРІД ПРИ ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРАХ ВПЛИВУ**

Розроблення способів безпечного ведення відкритих гірничих робіт, що забезпечують повноту виймання залізородних корисних копалин з обрушеного або ослабленого підземними виробленнями масиву гірських порід є актуальним науково-практичним завданням. Умовами застосування найбільш ефективних комбінованих способів розробки покладів залізородних копалин являється забезпечення безпеки ведення відкритих гірничих робіт в зонах впливу підземних розробок. Для діючих забоїв кар'єру, працюючих гірничотранспортних механізмів та працюючого персоналу представляє безпеку, головним чином, раптові обвалення порід з утворенням у кар'єрі воронок і провалів. Для рейкового транспорту та бортів кар'єру, які мають недостатній запас стійкості, можуть представляти безпеку зсувів гірських порід, який проявляється в інших формах. Стійкість гірських порід залежить від багатьох факторів, в тому числі від фізико-механічних властивостей гірських порід, форми та розмірів виробленого простору, гідрогеологічних властивостей, ведення технології гірничих робіт та інше. Фізико-механічні властивості гірських порід є основним фактором який визначає міцність та стійкість гірських порід, а також напружений стан масиву від впливу гравітаційних та інших сил, критичних напружень, при яких здійснюється руйнування порід. Але на міцність та стійкість гірських порід має значний вплив ведення технології гірничих робіт.

Об'єктами гірничих розробок є всі види гірських порід: корінні (магматичні, метаморфічні та осадові), які залягають у товщі земної кори по місцю свого виникнення та наноси, що покривають їх – породи подрібнені, пере відкладені та перенесені. При розробці породи піддаються різного виду взаємодії, головним чином механічної: удару, зсуву, ущільненню, переміщенню, в результаті чого змінюється їх стан. В загальному випадку розрізняють природну та штучну (вибухом, механічним руйнуванням, водопониженням, хімічним укріпленням та інші) мінливість стану гірських порід.

Для виконання гірничих робіт в забої необхідно знати фізико-технічні властивості і характеристики гірських порід в їх природному стані. Для інших цілей (навантаження, подрібнення, складування та інше) визначають властивості штучно змінених порід. Ці властивості залежать

як від властивостей порід в природному стані, так і від способу та місця дії на породи. На різних стадіях розробки стан зруйнованої або подрібненої породи також неоднаковий, а відповідно неоднаковими будуть багато її властивостей. Характеристики властивостей в різних об'ємах можуть бути різними, наприклад, через блокову тріщинуватість. Таким чином, стан, а отже, і властивості гірських порід змінюються в дуже великому діапазоні, що представляє як різні способи розробки, так і тип використовуваних технічних засобів. Проблема вимірювання фізичних параметрів гірських порід пов'язана з необхідністю отримувати данні, що мають достатню точність, порівнянність та показність. При вимірюванні фізичних параметрів чистих речовин точність отримуваних результатів залежить в першу чергу від якості вимірювальних приладів та методики проведення експерименту. З високою точністю вимірюваний параметр буде одночасно і порівнювальним та представлений для даної речовини. Інша річ при дослідженні гірських порід. Наявність в породі випадкового розподілу різних видів будов та різного мінерального складу приведе до того, що дуже точно визначений параметр на якомусь одному зразку не буде представлений для усієї даної породи. Тому вивчення властивостей порід треба проводити на більшій кількості зразків, що будуть відібрані у різних місцях таким чином, щоб вони представляли усі можливості в масиві коливання мінерального складу та будови породи. Відомо, що гірські породи при розробці корисних копалин схильні до дії різних зовнішніх навантажень технологічного характеру (буріння, підривання, подрібнення та інші).

УДК 622.113: 622.271: 681.5

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., Т. І. ШАМАЛО, магістрант  
Криворізький національний університет

### **АВТОМАТИЗАЦІЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБІТ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННІ ЗА ДЕФОРМАЦІЯМИ**

Аналіз деформацій є важливою задачею для кожного регіону, в особливості для тих територій, на яких спостерігаються зміни земної поверхні. В даний час галузь вивчення деформацій достатньо розвинена і є багато необхідного матеріалу для виявлення таких змін. Для того, щоб виявити будь-які зміни земної поверхні організовані спеціальні служби, які займаються контролем усіх реперів і роблять аналіз високоточних результатів вимірювань за декілька циклів. На основі даних, які отримані у результаті аналізу, спеціалісти цих служб роблять висновок о деформаціях інженерних споруд або земної поверхні. Для виявлення висотних і планових деформацій, маркшейдерсько-геодезичні вимірювання проходять обробку за допомогою спеціальних програм. Після чого можна зробити відповідні висновки про величину висотних деформацій і планових переміщень. Існує декілька маркшейдерсько-геодезичних методів визначення деформацій і осадок інженерних споруд: тригонометричне нівелювання; гідростатичне нівелювання; створні методи; триангуляція; геометричне нівелювання I і II класів; метод з використанням різноманітної супутникової апаратури; електронні тахеометри і цифрові нівеліри; комплекс супутникової геодезії *GPS*; лазерне сканування; метод визначення горизонтальних переміщень і кренів.

Кожний з цих методів характеризується наступним: метод тригонометричного нівелювання застосуємо для визначення вертикальних переміщень відкритих, важкодоступних та віддалених точок споруд; визначення перевищень методом гідростатичного нівелювання дозволяє отримати результати високої точності – близько 0,01 мм, а також виконувати спостереження між точками з наявними між ними перешкодами. Але цей метод може бути використаний тільки у нерухомих приміщеннях з хорошими метеорологічними умовами, що є основним обмеженням використання даного методу; створні методи спостереження – це комплекс дій направлений на визначення положення одної або декількох точок відносно прямої лінії, яка задає створ; метод триангуляції – є найбільш зручним для визначення лінійних зміщень; метод геометричного нівелювання – це найбільш поширений метод з маркшейдерсько-геодезичних методів вимірювання осадок. Особливість виконання полягає в тому, що застосовують нівелювання короткими променями, тому що точки, розташовані на споруді знаходяться на не великій відстані один від

одного (5-25 метрів). Крім того, при нівелюванні загальна довжина ходу майже ніколи не буває більше 1 км. В наслідок чого середня квадратична помилка перевищення на 1 км ходу втрачає сенс. При державному нівелюванні вона приймається як середня квадратична помилка одиниці ваги. Тому для вірного встановлення ваг вимірних елементів, приймають більш зручну величину, а саме середню квадратичну помилку перевищення, яке отримане на станції обчислених за шкалах рейок (основної та додаткової), при постійному горизонті інструменту, в ході одного напрямку з незмінною довжиною променя візування. Для неперервного моніторингу зміщень і деформацій земної поверхні використовується комплекс супутникової геодезії GPS, так як вони мають ряд переваг перед традиційними геодезичними методами. По - перше, геодезичні спостереження з використанням GPS обладнання можна проводити в будь який час, при будь якій погоді і при відсутності прямої видимості між реперами. По - друге, моніторинг зміщень і деформацій можливо виробляти практично без безпосередньої присутності оператора, керуючи приладами або по кабельному зв'язку, або по радіоканалу, або заздалегідь задаючи необхідні параметри для роботи обладнання в автоматичному режимі. По - третє, у результаті моніторингу в заздалегідь заданий момент часу одночасно визначаються усі три координати точки стояння приладу. На даний момент розвиток GPS технології досягло такого рівня, що стало можливо визначати просторові координати будь-яких об'єктів з міліметровою точністю.

УДК 622.1: 528.7

Л.В. ДОЛГІХ, О.В. ДОЛГІХ, кандидати техн. наук, доц.,  
Криворізький національний університет

## **АНАЛІЗ ФОТОГРАМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ЗНІМАННЯ КАР'ЄРІВ**

На сьогодні знімальні роботи складають значний відсоток від загального обсягу маркшейдерського забезпечення кар'єру. Дослідження питання підвищення ефективності знімальних робіт на протязі тривалого часу лишаються актуальними. Роботи, які ведуться вченими різних країн, ґрунтуються, головним чином, на використанні сучасних наукових досліджень у галузі знімальної та обчислювальної техніки.

Способи підвищення ефективності маркшейдерських зйомок розрізняються видами знімань, приладами, програмним забезпеченням.

У 70-х роках для знімань кар'єрів поряд з тахеометричною та мензульною зйомками впроваджувалася наземна фототеодолітна, яка на той час, при значних її недоліках все ж мала економічний ефект. Недоліки наземної фототеодолітної зйомки (значні обсяги польових і камеральних робіт та вага устаткування, складності фотолaborаторного та фотограмметричного опрацювання фотопластин у порівнянні із сучасними методами) компенсувалися перевагами, які полягали в охопленні зйомкою значних територій на один фізичний момент та у виведенні виконавця робіт з небезпечних ділянок кар'єру.

Зі збільшенням обсягів робіт на кар'єрах Криворізького басейну, актуальним було в середині 70-х та на початку 80-х років впровадження аерофотознімання, яке використовувалося до середини 90-х.

Складання маркшейдерської документації до 90-х років здійснювалося за фотографічними матеріалами на універсальних стереофотограмметричних приладах. На той час ефективність універсального способу складання та оновлення маркшейдерських планів полягала у налагодженій системі обслуговування об'єктів гірничозбагачувальних підприємств не тільки Кривого Рогу, а й Марганцю, Полтави тощо. Система включала регулярні знімання об'єктів та своєчасне оновлення маркшейдерських планів з мінімальними витратами.

При використанні універсального способу створення та оновлення маркшейдерських планів, на протязі тривалого часу, постійно велися роботи по вдосконаленню робіт з обробки знімків та графічних побудов: автоматизація взяття відліку; обчислення елементів орієнтування знімків; використання графопобудовників; прив'язка знімків з використанням фототріангуляції тощо.



У 90-і роки, кризові для видобувної промисловості, були спроби повернутися до фототеодолітної зйомки, так як видобування корисної копалини здійснювалося на незначних площах.

Пізніше на деяких кар'єрах при наземному зніманні замість фототеодоліта використовувалися професійні цифрові камери для зйомок та відповідне програмне забезпечення для опрацювання зображень та побудови планів.

Але такий вид знімання неефективний для значних площ. Крім того наземна зйомка викликає «мертві зони». Для знімання значних площ найбільш доцільне повітряне знімання.

При сучасному аерозніманні використовуються не тільки оптичні та цифрові камери, а й сканери, які у комбінації з високопродуктивним програмним забезпеченням, дозволяють отримати повний закінчений процес мобільної зйомки для маркшейдерської служби, для створення планів з максимальною безпекою й ефективністю.

Значним досягненням є намагання запровадити для знімань малі літальні апарати, а також безпілотні апарати. Gatewing є одним зі світових лідерів в області вирішення задач за аерофото-зніманням з використанням безпілотних літаків. Такі технології активно застосовуються на об'єктах різних площ, і малих і великих (кар'єри, об'єкти транспортної інфраструктури, важко доступна місцевість тощо). Для тих об'єктів, для яких необхідна швидка оперативна зйомка високої точності, для одержання планів, ротофото, створення ЦММ ефективність запропонованої технології - безперечна.

Технологія зйомки, розроблена компанією Gatewing, є революційним рішенням, що забезпечує високу точність (дециметрову й вище), високу щільність сітки (один метр й густіше), високу швидкість (кілька днів або годин) при низькій вартості (що дорівнює або менше, чим при створенні грубої ЦММ за допомогою традиційної наземної зйомки).

УДК 622.1: 528.7

П.Й. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., О.В. ДОЛГІХ, канд. техн. наук, доц.,  
Криворізький національний університет

## **ВИКОРИСТАННЯ РСА-ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ЗСУВАМИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ**

Метод супутникової радіолокаційної інтерферометрії використовує ефект інтерференції електромагнітних хвиль і заснований на математичній обробці декількох когерентних амплітудно-фазових вимірювань однієї і тієї ж ділянки земної поверхні зі зміщенням в просторі приймальної антени РСА. Відомо успішне застосування інтерферометрії для виявлення осідань ґрунтів у районах вугільних шахт в Англії, нафтових полів в Каліфорнії, великих мегаполісах Європи, зонах землетрусів і діючих вулканів.

Супутникові дані дистанційного зондування широко використовуються в останній час для дослідження земної поверхні. Радіолокатори із синтезом апертури мають цілий ряд переваг: радіолокатор може «бачити» крізь скупчення хмар та в темний час доби; сформовані зображення мають високу роздільну здатність; є можливість підповерхового зондування. Радіолокація з синтезованою апертурою фіксує амплітуду і фазу сигналу, що відбивається. Одне зображення, отримане за допомогою РСА, в більшості випадків не має практичного значення, тоді як два знімки РСА (інтерференційна пара), отримані під різними кутами, можуть бути використані для отримання цифрової моделі рельєфу, яка, в свою чергу, може дати інформацію про зміни ландшафту та покращити роздільну здатність.

Відносно нещодавно винайдена РСА-інтерферометрія є сучасним засобом аналізу даних дистанційного зондування, який дозволяє одночасно оцінювати цифрові моделі рельєфу та здійснювати моніторинг динаміки земних покривів за час між зйомками. Інтерферометрія комбінує комплексні зображення, зафіксовані антенами під різними кутами спостереження або в різний час. За результатами порівняння двох знімків однієї ділянки місцевості отримують інтерферограму, яка представляє собою сітку кольорових смуг, ширина яких відповідає різниці фаз за обома експозиціями. Завдяки високій частоті випромінювання просування реєструються

з точністю до міліметрів. Всі дані зйомок представляються у цифровому вигляді, що забезпечує об'єктивність і однозначність інтерпретації.

Супутникова радіолокаційна інтерферометрія є єдиним методом дистанційного зондування, що забезпечує високу точність визначення висот та величин зсувів за рахунок використання фазової компоненти сигналу. Аналіз робіт в області РСА інтерферометрії, проведених зарубіжними і вітчизняними вченими, показав неповну вивченість даної проблеми. Дослідження в основному відносяться до відкритих поверхонь з твердим мінеральним ґрунтом, для яких зберігається висока когерентність інтерферометричних пар з тимчасовою базою до 10 років. Більшість робіт по застосуванню диференціальної інтерферометрії присвячено оцінці зміщень з амплітудою від 10 см до 1 м, що відбулися з причин великих землетрусів, зсувів або вивержень вулканів.

В даний час створено безліч комерційних і вільно розповсюджуваних програмних пакетів (SARscape, GAMMA, Photomod Radar, ERDAS Imagine, RAT tools, DORIS, PolSARpro, ROI PAC, Matlab Interferometry), які реалізують інтерферометричну обробку радіолокаційних космознімків. Пакети у відкритих кодах також містять опис математичних методів, на яких ґрунтуються окремі етапи інтерферометричної обробки. Відбувається постійний розвиток методу радарної інтерферометрії на основі інтеграції досвіду обробки даних на різні території Землі.

Інтерферометрична РСА (далі – інтерферометрія) – це альтернатива традиційній стереофотографічній техніці для створення топографічних карт з високою роздільною здатністю не зважаючи на погодні умови та час доби при зйомці.

Звісно, для цього необхідно використовувати монохроматичний підхід, тобто електромагнітні хвилі, що випромінюються з космічного апарату, повинні описуватися періодичною в часі функцією.

В даний час застосування даних дистанційного зондування для аналізу рельєфу є одним з найбільш пріоритетних напрямків для безлічі галузей людської діяльності, включаючи будівництво, промисловість, наукові дослідження та геологічну розвідку територій.

УДК 622.1: 528.7

О.В. ДОЛГІХ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ АЕРОЗНІМАННЯ КАР'ЄРІВ**

На сьогодні класичний метод аерознімання може бути суттєво вдосконалений за рахунок використання новітніх економних літальних апаратів та високоточних цифрових і сканерних технологій.

Сучасним рішенням для повітряного знімання є використання безпілотних літальних апаратів БПЛА. Trimble UX5 є стандартом швидкого й безпечного збору даних, яка характеризує закінчену систему з потужними технологіями. Trimble UX5 має автоматичну процедуру аварійної посадки, міцну захищеність конструкції від удару та максимально спрощені робочі процеси.

Основними характеристиками є:

прискорене розгортання БПЛА (до 5 хвилин);

об'єктив нової камери й затвор із прискореною експозицією дозволяють виконувати зйомку на мінімальній висоті до 75 м з широким охопленням місцевості та без змазування зображення;

потужний двигун і оптимізована конструкція корпусу дозволяють БПЛА швидко набирати робочу висоту, більш ефективно використовувати час польоту й швидко приземляти його на майданчик невеликих розмірів;

повністю автоматизований процес керування польотом;

повністю автоматизований процес опрацювання аерофотознімання.

За рахунок додаткових методів керування, в Trimble UX5 усунутий такий недолік, як необхідність довгої посадкової смуги, що характерно для посадки традиційних БПЛА. Інновація, заснована на зворотній тязі, поліпшує висотні характеристики зйомки й забезпечує точну й передбачувану посадку в будь-який необхідний момент часу. При роботах на невеликих площах,

БПЛА можуть здійснити посадку в дуже тісних умовах завдяки більш крутому куту зниження й кругової траєкторії.

Trimble UX5 забезпечує оптимальну якість зображення при максимальній фотограмметричній точності. Напівпрофесійна камера, вбудована в UX5 має - на відміну від традиційних компактних камер - великий графічний сенсор, що створює достатньо чітке й багате кольорами зображення, навіть у несприятливу погоду. 16.1 - мегапиксельная камера і її спеціалізований об'єктив дають можливість створювати дані з дозволом до 2,4 см.

Trimble UX5 дозволяє виконувати знімання більш безпечним методом у порівнянні із традиційними методами. Польоти проводяться в повністю автоматичному режимі, від зльоту до посадки, і не вимагають навичок пілотування. Оператор просто сприяє польоту апарата, а вбудовані програмні засоби забезпечують безпечний зліт і посадку при кожному запуску. Це означає, що роботи виконуються без ризику для оператора, що перебуває на небезпечній місцевості, якою, наприклад, є кар'єр.

Фотограмметричний модуль Trimble Business Center Photogrammetry Module дозволяє отримати високу точність створення маркшейдерського плану за результатами таких даних, як хмара точок, трикутна нерегулярна сітка (TIN-модель) і карта ізоліній місцевості, над якою проводився політ. Отримані дані можуть бути використані для обчислення об'ємів, виконання дренажних робіт тощо. Trimble Business Center також дозволяє створити ортофотоплан місцевості, який можна використовувати для проектування, встановлення меж гірничих або земельних відводів, визначення зсувів за результатами порівняння ортофотопланів за різні дати.

В Trimble MX8 поєднані найсучасніші технології лазерного сканування, позиціонування й цифрової фотозйомки. Жорстко змонтована й повністю відкалібрована система MX8 здатна збирати більше одного мільйона точок у секунду, забезпечуючи при цьому високу точність моделювання об'єктів.

Навіть в умовах нестійкого приймання GNSS-сигналів, сучасні технології позиціонування Trimble забезпечують надзвичайно швидке відновлення позиції і високу точність. Висока частота сканування й поле огляду в 360° забезпечують щільний та детальний збір даних, без розривів, з будь-якого транспортного засобу. У комбінації з наземним контролем, MX8 забезпечує високу точність моделювання й геодезичної прив'язки тривимірних об'єктів.

УДК 622.1:622.831.3.

Т.О. ПОДОЙНІЦИНА, ст. викладач, О.О. МІГА, магістрант  
Криворізький національний університет

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТІЙКІСТЮ БОРТІВ КАР'ЄРУ**

Використовуючи сучасні методи, прилади та програми спостереження на кар'єрі, можна з достатньою вірогідністю відслідковувати зміну напружено-деформованого стану гірських порід у часі, визначати найбільш напружені поверхні ділянок прибортових масивів протягом періоду експлуатації, а також стан стійкості бортів кар'єру. Сучасні технології і методи допомагають досягти більш точних і своєчасних результатів у питанні спостереження за бортами кар'єрів, що в свою чергу робить гірничі роботи більш безпечними.

В основу роботи комплексу внутрішньосвердловинного контролю ВВК покладена ідея отримання, передачі, зберігання та обробки відеоінформації (фотоінформації). Отримана відеоінформація про поверхню свердловин дозволяє безпосередньо на місці визначати геологічну будову масиву, його структурні порушення, а також оцінювати виявлені підземні пустоти.

Метод геополяритонного зондування (ГПЗ) призначений для геофізичного дослідження земних надр шляхом реєстрації природного геополяритонного випромінювання на земній поверхні або у свердловині. ГПЗ має принципову перевагу над методами сейсмічної розвідки, теплової геотомографії, оскільки для останнього структура надр є практично єдиним джерелом інформації, на підставі якої можна судити про наявність пустот. За допомогою ГПЗ місцезна-

ходження порожнин, їх глибина визначається шляхом безпосередньої обробки вимірюваного сигналу.

Метод резонансно-акустичного профілювання (РАП) використовує для отримання інформації природне акустичне поле Землі, зокрема, поле акустичного резонансу, що виникає в товщах гірських порід під впливом різних зовнішніх факторів. Зовнішніми факторами є джерела сейсмічної активності земної кори, механічні коливання, що виникають у результаті деформацій земної товщі.

В останні роки новим напрямом у комплексі досліджень, що сприяють підвищенню безпеки та економічної ефективності відкритих гірських робіт, стає мікросейсмічний моніторинг. Цей вид моніторингу заснований на представницькій реєстрації сейсмічних коливань від невеликих актів крихкого руйнування в прибортовій зоні породного масиву. Однією з головних переваг мікросейсмічних методів перед іншими (маркшейдерськими вимірами, візуальними оглядами) є те, що спостереження охоплюється 3-х мірний об'єм порід. Метод дозволяє безперервно проводити спостереження й оперативно отримувати результати. Так створення представницької розстановки сейсмічних датчиків вимагає буріння кількох глибоких (100-200м) свердловин; необхідно забезпечувати збереження і працездатність наземних реєструючих модулів та каналів передачі даних (зокрема, під час проведення вибухів); на етапі обробки матеріалів моніторингу необхідно виділяти й усувати імпульсні сейсмічні сигнали, пов'язані з роботою гірського устаткування та іншими зовнішніми впливами.

Ефективність методу супутникового моніторингу геодинамічних процесів визначається можливістю картографування деформацій значних за площею територій з високою точністю при відносно невисокій вартості робіт. Принципова перевага диференціальної радіолокаційної інтерферометрії перед іншими методами моніторингу вертикальних і планових деформацій полягає в прямому вимірі зсувів рельєфу, що відбулися за період між кількома зйомками.

Складаються карти зсувів земної поверхні, які відображають інтегральну просторово-тимчасову структуру об'ємного поля напружень і деформацій.

Суть спостережень при методиці безвідбивачевих спостережень зводиться до координатної прив'язці і скануванні ділянки досліджень (зони деформацій) з достатньою для забезпечення адекватності моделювання щільністю спостережень. Періодичність сканування визначається виходячи із стадії деформаційних процесів. За результатами кожної серії сканування розраховується тривимірна модель досліджуваної ділянки. Оскільки координати ділянки відомі, при суміщенні моделей декількох серій спостережень можна простежити динаміку розвитку зсувних процесів. Для наочності вибирається декілька паралельних зміщення профільних ліній, за якими оцінюється швидкості і величини зсувів. Крім того за результатами моделювання розраховується обсяг деформацій між вихідною серією і наступними спостереженнями.

УДК 622.1: 622.831.3.

А.В. ПЕРЕМЕТЧИК, канд техн. наук, доц., І.О. ШУБИН, магістрант  
Криворізький національний університет

## **ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ОКОНТУРЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ПОРОЖНИН**

Ведення гірничих робіт в надрах землі приводить до утворення пустот, які порушують рівновагу вище лежачих гірських порід і викликають зміщення їх під дією сили тяжіння – процес зрушення гірських порід. Для оконтурення підземних порожнин використовують різні методи.

Не існує універсального фізичного принципу, який міг би бути використаний, щоб виявляти підземні порожнини у всіх можливих ситуаціях - тому існує різноманітні прилади і методи, що дозволяють вирішити цю задачу в ряді конкретних випадків. Чисто фізично магнітна розвідка, гравіметрія, електророзвідка не дуже добре визначають порожнечу, так як краще підходять для пошуку «надлишку» провідності, маси, магнітної проникності, в той час як обидва види локації - геолокація і сейсмічна локація визначають порожнечу з більшою якістю.

Але будь-які прилади не всесильні, і обмеження досить великі. Трудомісткість будь-яких зйомок також дуже висока. На один об'єкт можна витратити місяці. Саме з цієї причини потрі-

бно максимально точно локалізувати об'єкт, використовуючи методи візуального та інформаційного пошуку, і лише потім братися за прилади.

Магнітарозвідка вивчає магнітні аномалії, створювані геологічними тілами, намагніченими сучасним (індукована намагніченість) і древнім (залишкова намагніченість) магнітними полями Землі. Намагніченість гірських порід визначається наявністю в них феромагнітних мінералів (магнетит, пірротін). Особливо інтенсивні магнітні аномалії створюють вивержені породи основного і ультраосновного складів, магнетитові залізняк і ін. Виміри при магнітній розвідці виробляються на поверхні Землі, з літаків або вертольотів (аеромагнітна зйомка), в бурових свердловинах (свердловинний магнітній розвідці). При магнітній розвідці доводиться враховувати варіації магнітні. У результаті інтерпретації даних магнітної розвідки визначають глибину, об'єм, форму і інші елементи залягання порожнини в земній корі.

Гравіметричну розвідку застосовують при геологорозвідувальних роботах для вивчення підземних порожнин, геологічної будови Землі, пошуків та розвідки родовищ корисних копалин (нафти й газу, вугілля, руд, підземних вод та ін.). Ефективність гравіметричної розвідки визначається детальністю гравірозувувальних робіт, повнотою вивчення району геологічного та іншими геофізичними методами, правильним комплексуванням їх. Застосовують автоматизовані системи обробки польових спостережень. Операція перерахунку називається трансформацією гравітаційного поля. По якісному характеру трансформованого гравітаційного поля краще виділяються окремі порожнини та геологічні структури. У сприятливих умовах трансформація дозволяє визначати глибину їх залягання і форму.

Георадіолокація заснована на випромінюванні імпульсів електромагнітних хвиль і реєстрації сигналів, відбитих відрізних об'єктів зондіруемого середовища. Принцип дії апаратури радіолокаційного зондування (георадара) заснований на випромінюванні понад широкосмугових (наносекундних) імпульсів метрового і дециметрового діапазону електромагнітних хвиль і прийомі сигналів, відбитих від кордонів розділу шарів зондіруемого середовища, що має різні електрофізичні властивості. Такими межами в досліджуваних середовищах є, наприклад, контакт між породами й порожниною.

При георадарному профілюванні намічається профіль, за яким потім проходить оператор з георадаром, у якого антена приймача і випромінювача знаходяться на заданій відстані один від одного. З заданим кроком георадар генерує електромагнітний імпульс і реєструє відгук середовища - функцію амплітуди відбитого сигналу від часу запізнювання відбитого імпульсу.

При георадарному зондуванні положення осі георадара не змінюється, зате поступово збільшується відстань між антенами.

Результатом георадіолокаційного обстеження є набір одиночних трас (сигналів), зареєстрованих приймальною антеною при кожному положенні георадара. Зазвичай цей набір трас відображається методом змінної щільності, тобто у вигляді зображення - радарограмми. Горизонтальна вісь радарограмми - це вісь профілю (в метрах). Вертикальна вісь радарограмми - це вісь часі з початком в момент посилки зондуючого імпульсу. Колір кожного пікселя відповідає рівню амплітуди сигналу.

УДК 622.1: 622.831.3.

Т.О. ПОДОЙНІЦИНА, ст. викладач, Т.І. ШАМАЛО, магістрант  
Криворізький національний університет

## **ОЦІНКА НОВИХ МЕТОДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ДЕФОРМАЦІЄЮ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ**

Безпечне проведення відкритих та підземних розробок потребує постійного моніторингу за деформаціями земної поверхні, стійкістю гідро - і гірничотехнічних споруд гірничовидобувних підприємств, без виконання якого в необхідному обсязі неможливо вжити своєчасних заходів для запобігання техногенним катастрофам. Його здійснюють з використанням різних методів, серед яких чільне місце займають маркшейдерські інструментальні спостереження, які дозволяють оперативно отримувати кількісну інформацію про виникнення і розвиток деформаційних процесів на тих чи інших ділянках земної поверхні.

Встановлено, що одним із можливих шляхів підвищення точності вимірів та продуктивності праці при виконанні спостережень є використання сучасних маркшейдерсько-геодезичних

приладів - супутникових радіонавігаційних систем GPS та електронних тахеометрів. Однак діючими Інструкціями передбачено виконання даних вимір лише за традиційними методиками. Тому заслуговує на увагу досвід виконання спостережень, що проводяться відділом спеціальних маркшейдерсько-геодезичних досліджень Асоціації «Укррудпром».

Для неперервного моніторингу зміщень і деформацій земної поверхні найбільш доцільне використання комплексів супутникової геодезії GPS, так як вони мають ряд переваг перед традиційними геодезичними методами. По-перше, геодезичні спостереження з використанням GPS обладнання можна проводити в будь який час, при будь якій погоді і при відсутності прямої видимості між реперами. По-друге, моніторинг зміщень і деформацій можливо виробляти практично без безпосередньої присутності оператора, керуючи приладами або по кабельному зв'язку, або по радіоканалу, або заздалегідь задаючи необхідні параметри для роботи обладнання в автоматичному режимі. По-третє, у результаті моніторингу в заздалегідь заданий момент часу одночасно визначаються усі три координати точки стояння приладу. На даний момент розвиток GPS технології досягло такого рівня, що стало можливо визначати просторові координати будь-яких об'єктів з міліметровою точністю.

Найбільш відома радіонавігаційна супутникова глобальна система позиціонування (GPS) відрізняється високими метеорологічними характеристиками, всепогодністю вимірювань, мобільністю і синхронністю спостережень на всіх пунктах, високорозвинутою системою програмного забезпечення процедури обробки результатів спостережень.

Ще задовго до впровадження глобальних навігаційних систем у практику геодинамічних дослідів було відомо, що величини і напрями реєстрованих зсувів земної поверхні є інтерференцією силового впливу різноманітних по масштабу і часу ендегенних і екзогенних джерел.

У блоковій моделі земної кори межі блоків - це розриви, які виділяються у вигляді вузьких зон високих градієнтів швидкостей сучасних рухів земної кори. Відстані між пунктами спостережень геодинамічної мережі зазвичай більше, ніж ширина цих зон, тому активність розривів може в одних випадках (якщо пункт спостережень близький до розлому) проявлятися, а в інших ні.

Супутникові геодезичні системи знаходять все більш широке застосування в маркшейдерсько-геодезичній практиці. Вони чудово зарекомендували себе при створенні маркшейдерсько-геодезичних опорних і зйомочних мереж, спостереженні за деформаціями гірських порід.

Вимірювання, що проводяться супутниковими приймачами, мають ряд переваг перед традиційними методами, що дозволяє припустити, що в недалекому майбутньому подібні системи успішно застосовуватимуться для спостережень за деформаціями земної поверхні. До вказаних переваг слід віднести: отримання повнішої інформації про переміщення спостережуваної точки в просторі, GPS-апаратура дозволяє визначати величини зсуву реперів не тільки у вертикальній або горизонтальній площинах, але і одержувати вектор зсуву в тривимірному просторі; забезпечення точності лінійних вимірювань, що перевищує аналогічні характеристики більшості світлодалекомірів; ергономічність і високу продуктивність польових і камеральних робіт; оперативність прив'язки реперів профільних ліній до пунктів ДГС.

Лазерне сканування - це метод, дозволяє створювати цифрову модель навколишнього простору, представив його набором точок з просторовими координатами.

Основна відмінність від електричних тахеометрів - набагато більша швидкість вимірів, наявність сервоприводу, автоматично повертаючого вимірювальну частину приладу, як в горизонтальній, так і в вертикальній площині і саме головне - швидкість (від 5000 вимірів в секунду).

УДК622.1:622.831.3.

П.Й. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., А.О. КОЛЕСНИК, магістрант  
Криворізький національний університет

## **СУЧАСНІ І ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО КОНТРОЛЮ НА КАР'ЄРАХ**

Розглянемо основні переваги та недоліки маркшейдерсько-геодезичних методів і приладів, які застосовуються в даний час для систем контролю за сталим станом бортів і кар'єрів і відвалів.

Більшість вітчизняних гірничорудних підприємств активно використовують електронні тахеометри, що мають електронні польові реєстратори вимірювальної інформації. Вбудований всередину тахеометра мікропроцесор дає можливість з допомогою тахеометра виконувати розрахунок зарубок, заміри відносної базової лінії, недоступних відстаней і висот. Отримані дані зберігаються в запам'ятовуючому пристрої тахеометра і можуть бути перенесені на персональний комп'ютер.

Супутникові навігаційні системи призначені для здійснення координатно-навігаційного забезпечення служб повітряного і морського транспорту, прикладних і фундаментальних геодезичних та географічних досліджень, спортивно-туристичних заходів.

Для фахівців маркшейдерської справи та геодезії впровадження в практику супутникових методів позиціонування дозволило змінити структуру геодезичного забезпечення та удосконалити методику польових і камеральних робіт на кар'єрах.

Перевагами застосування систем супутникового позиціонування для проведення маркшейдерських робіт є: повна незалежність виконання польових робіт від пори року і часу доби; оперативність, автоматизація, висока точність вимірювань (похибка не більше 5 мм).

Для контролю деформацій бортів кар'єрів і відвалів з допомогою цифрової фотограмметрії використовуються цифрові фотокамери високого дозволу. Контроль над стійкістю здійснюється за заздалегідь закладеним контрольним точкам (реперам) на нестабільному ділянці.

Логічним розвитком фотограмметрії служить комп'ютерна обробка знімків і побудові на їх основі цифрових 3D моделей.

Можливість побудови 3D моделі бортів кар'єра в цілому дозволяє отримати інформацію для різних розрахунків, пов'язаних з робочим процесом у кар'єрах.

Якісний стрибок у напрямку створення інструментів побудови 3D моделей стався з появою безвідбивних систем вимірювання, з розробкою на їх основі тривимірних лазерних скануючих систем. Принцип дії тривимірного сканера - виконання в автоматичному режимі з заданим кроком послідовних тахеометричних вимірювань зі швидкістю до декількох тисяч в секунду.

Результатом є отримання тривимірного растру або скана у вигляді хмари точок з відомими координатами. Шляхом накладення один на одного моделей, створених у різні моменти часу, можна отримати величину і напрямок зміщень.

Оскільки при скануванні проводиться суцільна зйомка, необхідну інформацію можна буде отримати практично в будь-якій точці поверхні.

Тривимірна модель поверхні землі дозволяє вирішувати цілий ряд завдань, починаючи від обчислення обсягів вибухових блоків на розроблюваних відкритих кар'єрах і закінчуючи звичайним топографічним планом і матеріалами для землевпорядної документації.

Системи лазерного сканування мають безліч переваг: вони дозволяють стежити за поведінкою гірського масиву в реальному режимі часу, а не тільки за контрольними точками; оперативно визначати форму і характер деформацій.

Використання радарних систем контролю (SSR) - GroundProbe, гірничій промисловості за кордоном почало застосовуватися зовсім недавно.

Дану технологію з упевненістю можна назвати останнім словом техніки у цьому напрямі.

Принцип роботи системи аналогічний роботі лазерних сканерів, однак, замість лазерного променя відстань визначається за швидкості проходження радіохвиль. SSR переглядає 10000 м областей у хвилину незалежно від погодних умов.

Радарні системи мають найвищу точність вимірів (похибка до 1 мм).

У комплекті з обладнанням поставляється програмне забезпечення для обробки даних, реалізована функція розпізнавання гірничого обладнання, знаходиться в зоні контролю, а також захист від вібрацій в кар'єрі.

Системи радарного контролю, як і лазерні сканери, що застосовуються для on-line контролю за геодинамічними нестабільними ділянками в кар'єрах.

В основному результати спостереження застосовуються для створення загальної системи раннього попередження персоналу підприємства про можливе обвалення породи, на ділянках проведення гірничих робіт.

Т.О. ПОДОЙНИЦІНА, ст. викладач, А.О. ІВАНЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ «GEOMOS» ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРИБОРТОВЫХ МАССИВОВ НА КАРЬЕРАХ**

Автоматизированный мониторинг состояния прибортовых массивов заключается в постоянном автоматическом наблюдении за движениями земной поверхности, возникающими в массиве горных пород в результате его отработки, в математической обработке результатов наблюдений с целью оценки их точности, в анализе и геомеханическом прогнозе состояния массива.

Маркшейдерские наблюдения за деформациями бортов карьеров являются неотъемлемым условием безопасного ведения горных работ при разработке месторождений открытым способом, но организация таких наблюдений на карьерах связана с определенными сложностями. Большая протяженность бортов карьеров, нарушение промежуточных берм на многих уступах, отсутствие лестниц для перемещений по уступам или их удаленность от района наблюдений, большая трудоемкость самих полевых работ не позволяет иметь развитую сеть наблюдений на карьерах. По этой причине очень часто наблюдения либо вообще не проводятся или подменяются визуальными осмотрами мест обрушений, либо они организуются в спешном порядке и ограниченных объемах уже с началом деформаций. В последнем случае потеря исходного состояния борта карьера делает наблюдения заведомо неполноценными. Все эти сложности может решить система наблюдений GeoMoS, разработанная специалистами швейцарской фирмы «Leica Geosystems», обеспечивающая автоматические наблюдения за пространственным положением объектов с любой, заданной наперед, частотой.

Система мониторинга GeoMoS может широко применяться для выполнения наблюдений за состоянием устойчивости карьерных откосов. Съёмки производятся геодезическими приборами с высокой точностью в автоматическом режиме с базовых станций, что позволяет получать значения смещений и деформаций в режиме реального времени. Для измерений может быть использовано различное оборудование: электронные тахеометры и нивелиры, системы GPS, датчики углов наклона и т.п. Осуществляется сбор данных от различных измерительных приборов (сенсоров), основу которых составляют геодезические приборы, в том числе и GPS оборудование.

Данные, полученные от всех сенсоров, передаются в единую базу данных и совместно обрабатываются.

Система GeoMoS управляет сенсорами в полностью автоматическом режиме, на большом удалении от места сбора и обработки данных. Работающая в автоматическом режиме система позволяет выполнять циклы измерений с высокой скоростью и исключить ошибки, связанные с человеческим фактором. От оператора требуется провести качественный анализ результатов для выбора необходимых средств наблюдений, их расположения и соединения в единую сеть. Имея постоянно обновляемые параметры наблюдаемого объекта можно с высокой степенью достоверности производить прогнозы его состояния, предотвращать возможные аварии. Автоматическая система наблюдений GeoMoS Система состоит из двух программных подсистем – Monitor (Монитор) и Analyzer (Анализатор). Monitor отвечает за сбор данных в режиме реального времени, контроль измерений и измерительного цикла, проверку допустимых значений, мониторинг сообщений. Analyzer отвечает за анализ измеренных данных, составление отчетов, редактирование и обработку. Данные и результаты могут быть представлены в цифровом и графическом виде и экспортированы в различные стандартные форматы.

Результатами работы системы Analyzer являются: смещения (продольные, поперечные), скорости смещений, векторы смещения (в плане и высоте).

Аппаратной составляющей системы мониторинга GeoMoS являются различные устройства сбора данных: тахеометры серий TPS1200, TPS1800 и TPS2003; GPS System 500; метеорологические сенсоры.



К особенностям системы GeoMoS следует отнести: возможность задания интервалов изменений для групп точек (критические зоны, контрольные точки, и т.д.); расчет и построение профиля по заданному пользователем направлению; контроль по допускам/предельным значениям; полная информация по любому изменению параметров системы; подтверждение движения при помощи других датчиков (например, GPS); открытая база данных SQL; максимальная надежность и точность оборудования Leica (TPS и GPS).

УДК 622.142.5: 553.546

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц. Криворізький національний університет

### **ВИКОРИСТАННЯ ГІРНИЧО-ГЕОМЕТРИЧНИХ ГРАФІКІВ ПРИ ВИДОБУВАННІ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ З РОДОВИЩА, ПОКЛАДУ, РУДНОГО ТІЛА АБО ЙОГО ДІЛЯНКИ**

Незважаючи на інтенсивний розвиток математичних методів аналітичного і цифрового моделювання родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки, широке застосування комп'ютерних технологій, наявність серійно випускаємих графічно реєструючих приладів, проблема автоматизації побудови маркшейдерсько-геологічної гірничо-геометричної графіки ще далека до успішного рішення. Це обумовлено, насамперед, великим об'ємом і різноманітністю графічних документів, що використовуються для вирішення маркшейдерсько-геологічних завдань на різних стадіях освоєння родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки. Відсутні також закінчені розробки математичного забезпечення сучасних пристроїв графовиведення, які орієнтовані на використання в умовах гірничих підприємств.

Досвід виконаних до теперішнього часу розробок показує, що найбільш успішне застосування засобів комп'ютерної техніки і технології для рішення гірничо-геометричних завдань можливо при використанні ідеї і методів класичної геометризації, формалізації її основних евристичних процедур і створенні стандартних програмних модулів. Саме ці принципи і покладені в основу методів автоматизованої геометризації, що розроблені у Криворізькому національному університеті.

Структура математичного забезпечення визначається шляхом аналізу логічних, обчислювальних і графічних процедур, що використовуються при геометризації родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки традиційними методами. Враховані при цьому технічні можливості сучасних графобудівників.

Існуючі методи геометризації базуються на представленні про розміщення показників родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки в надрах як геохімічному полі, що може бути описано деякою функцією координат точки простору  $P=f(x,y)$ , або  $P=f(x,y,z)$  залежно від того, який це показник – структурний або якісний. Виходячи з припущення, що функція  $P$  задовольняє умовам кінцевості, однозначності, безперервності і плавності, у геометрії надр розроблений метод ізоліній як один з основних способів зображення поверхонь топографічного порядку. Залежно від ступеня вивченості родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки, форми представлення вихідних даних (регулярне, нерегулярне, безперервне опробування), кількісних характеристик мінливості показника спосіб ізоліній реалізується одним з п'яти методів: інваріантних ліній і скатів, багатогранника, профілів, статистичним і непрямим. Їхній логічний аналіз з метою формалізації дозволив виділити наступні основні обчислювальні, графічні і евристичні процедури автоматизованої геометризації: гірничо-геометричний аналіз вихідних даних і вибір конкретного методу графічного моделювання або їхньої комбінації; перетворення вихідних даних на індуктовану мережу; побудова ізоліній у лінійному наближенні з наступним згладжуванням; оформлення графічного документа.

У результаті гірничо-геометричного аналізу геологічних даних встановлюються загальні закономірності розміщення показника корисної копалини в балансових запасах. На даному етапі намічаються інваріантні лінії і скати зображеної поверхні, визначаються межі області геометризації. Саме цей етап найбільше важко формалізується для використання комп'ютерних технологій. Результати вивчення мінливості показника корисної копалини дають додаткові дані

для гірничо-геометричного аналізу. Якщо інваріантні лінії близькі до прямих, то при дослідженні мінливості головні напрями анізотропії приблизно збігаються або перпендикулярні інваріантним лініям, а кількісні оцінки параметрів мінливості використовуються для визначення перерізу ізоліній. Вибір методу побудови ізоліній визначається результатами гірничо-геометричного аналізу і дослідженнями мінливості.

Методи багатокутників, інваріантних ліній і скатів використовуються для побудови структурних планів при нерегулярній розвідувальній мережі. Так як якісні показники корисної копалини містять значну частку випадкової складової, то для відображення їхніх властивостей застосовують метод статистичного вікна. Розмір вікна, що згладжує, визначається виходячи з величини перерізу ізоліній.

Перетворення вихідних даних на регулярну прямокутну або квадратну мережу здійснюється за допомогою аналітичних моделей розміщення показників або методами згладжування, включаючи методи оптимальної статистичної інтерполяції.

Таким чином, незалежно від того, яка використовується мережа даних (трикутна або прямокутна), визначення координат ізоліній на першому етапі здійснюється за допомогою лінійної інтерполяції на «ребрах» мережі по двох прилеглих вузлах.

Після цього ламані ізолінії згладжуються, тобто здійснюється нелінійна апроксимація зображеної поверхні.

УДК 622.142.5:553.546

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

## **МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ГЕОМЕТРИЗАЦІЇ РОДОВИЩА, ПОКЛАДУ, РУДНОГО ТІЛА АБО ЙОГО ДІЛЯНКИ**

Для об'ємів, які відповідають розмірам проб, Д. Кріге розробив метод оцінки вмісту в даній точці шляхом усереднення вмістів в найближчих опробованих точках з вагами, які зменшуються по мірі збільшення відстані від розглядаємої точки. Цей метод отримав назву крайгінга. Для застосування крайгінга необхідно було в першу чергу по даним опробування оцінити кореляційну функцію (або варіограму). Від правильності її оцінки залежить точність підрахунку балансових запасів. У зв'язку з цим були розглянуті питання мінливості цих функцій в залежності від геометрії проб, орієнтації ліній опробування по відношенню до родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки. Де Війсом були запропоновані емпіричні формули для обліку впливу геометрії проб на вид цих функцій, але ефективність їх використання залишилась спірною. Разом з тим, це питання суттєво впливає на рішення задач крайгінга. В більш загальному вигляді воно може бути поставлене, як вивчення вида цих функцій і гістограм вмістів  $F_v(c)$  в залежності від зміни об'єму, в межах якого оцінюється вміст корисної копалини. Однозначного рішення ці питання не мають, а названі проблеми залишаються невирішеними по сьогодні. Але, перелічені вище уявлення послужили передумовою для розвитку комп'ютерних технологій побудови математичних моделей родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки.

Математична модель родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки є базовим елементом методу оцінки кондицій і підрахунку балансових запасів, тому що на її основі виконується геометризація промислових запасів (побудова підрахункових блоків), знаходиться оптимальне положення контурів кар'єру, проводиться (з урахуванням коефіцієнта рудоносності) підрахунок балансових і промислових запасів при різних бортових вмістах і т. д. Трохи спрощуючи, можна сказати, що математична модель родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки при рішенні багатьох завдань техніко-економічного обґрунтування кондицій і підрахунку балансових і промислових запасів заміняє базу первинних даних розвідувального опробування, на основі якої вирішуються аналогічні завдання при традиційному «ручному» методі підрахунку балансових і промислових запасів.

Більшість перерахованих операцій при графічному моделюванні досить легко формалізуються, за винятком ряду евристичних процедур. Так, для виділення інваріантних ліній і скатів, а також для триангуляції розвідувальних мереж потрібно використовувати додаткову геологічну

інформацію. Аналіз логічних зв'язків між обчислювальними, графічними і евристичними процедурами визначає принцип побудови математичного забезпечення завдань графічного моделювання родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки. Математичне забезпечення автоматизованої геометризації містить програми трьох рівнів: *базисні, функціональні і прикладні*. Поділ математичного забезпечення на рівні відповідає ступеню деталізації виведеної графічної інформації. *Базисні* програми, розроблені заводом-виготовлювачем графобудівників, дозволяють здійснювати побудову найпростіших геометричних елементів (алфавітні і цифрові символи, відрізки прямих, дуги окружності, ламані лінії і т. д.). *Функціональні* програми розробляються з урахуванням вмісту прикладних завдань. До складу функціонального математичного забезпечення завдань графічного моделювання входять: побудова координатних сіток (суцільних, пунктирних, штрих-пунктирних) з координатами по периметру сітки; побудова планів опробування (з нанесенням свердловин, їхніх найменувань, вмістів компонентів корисної копалини і т. д.); побудова основних елементів планів гірничих робіт; перекручення координат (афінне, функціональне та інше); оформлення графічних документів (нанесення рамок, супровідного тексту і т. д.); креслення графіків функцій, які завданні аналітично в явному виді і параметрично; креслення графіків функцій, які завданні табличні, з використанням різних методів інтерполяції. *Прикладні* програми графічного моделювання забезпечують креслення планів ізоліній різними методами, геологічних перерізів з ізолініями якісних показників корисної копалини, планів гірничих робіт, блок-діаграм, об'ємних зображень поверхонь топографічного порядку, моделей гірничо-геологічних об'єктів в аксонометричних проекціях і т. д.

З огляду на те, що різні методи графічного моделювання містять ідентичні процедури інтерполяції (перекручення координат, згладжування ізоліній характеристик родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки, підписування ізоліній вмістів компонентів корисної копалини і т. п.), найбільш раціональний принцип формування пакета прикладних програм - модульний.

УДК 622.273.21

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## **РОЗРОБКА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІРНИЧО-ВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ**

При видобуванні корисної копалини підземним способом в Криворізькому басейні близько 30% здійснюється з сліпих і обмежених за простяганням покладів, що характеризуються в багатьох випадках відсутністю масового обвалення налягаючих порід. Це призводить до накопичення підземних пустот, які є постійним джерелом виникнення повітряних ударів внаслідок можливих самообвалень. Для забезпечення безпечних умов потрібно погашення підземних пустот. У Кривбасі погашення пустот на досягнутих глибинах видобування корисної копалини за рахунок природного самообвалення та примусового обвалення шляхом ведення вибухових робіт до земної поверхні практично вичерпав свої можливості через утворення стійких склепінь. Заповнення виробленого простору закладними матеріалами важко здійснити через дорожнечу і відсутність комплексів закладки. Тому останнім часом застосовується локалізація підземних пустот за рахунок створення запобіжних подушок на горизонті воронок і породних перемичок в підхідних виробках. Проте науково обґрунтованих параметрів запобіжної подушки і розмірів породних перемичок, що забезпечують локалізацію очисних робіт, в даний час для рудників Кривбасу немає. Це обумовлено тим, що визначення їх пов'язане з впливом великої кількості факторів, головним і визначальним з них є характер і можливі об'єми обвалення. Сказане вище визначає актуальність цієї теми, присвяченій створенню на підставі встановлених закономірностей обвалення при відпрацюванні сліпих покладів науково обґрунтованої методики визначення параметрів комплексу пристроїв, локалізуючої повітряну хвилю.

Розглянуті питання відрізняється від раніше виконаних тим, що: вибір способу погашення підземних пустот зі збільшенням глибини видобування корисної копалини визначається характером обвалення налягаючих порід; при розробці сліпих покладів на глибоких горизонтах най-

більш раціональним способом погашення пустот є їх локалізація; процес утворення склепіння починається при перевищенні межі стійкості плоского оголення і закінчується при прольоті, що викликає обвалення до земної поверхні. Між висотою зводу і величиною прольоту склепіння подібного оголення існує параболічна залежність, яка отримана шляхом використання представницької кількості виробничих даних і лабораторних дослідів; наведено залежності зміни висоти склепіння обвалення від прольоту оголення порід, глибини видобування корисної копалини, міцнісних властивостей порід і часу існування підземних пустот, необхідної при встановленні можливих об'ємів обвалення; розроблено метод зниження швидкості руху повітряної хвилі за рахунок миттєвого звуження на початку і розширення в кінці воздуховоду, а також створення кругової циркуляції повітря по з'єднувальним виробкам; запропоновано методику визначення довжини породної перемички і уточнені окремі положення методики з визначення параметрів запобіжної подушки для гірничо-геологічних умов Кривбасу.

Практика ведення очисних робіт у Кривбасі показала, що з глибиною залучаються до видобування корисної копалини все нові сліпі рудні поклади. Крім того, деякі поклади, що мають вихід під наноси у зв'язку зі значним схиленням перетворюються на сліпі. Питома вага таких покладів по басейну досягає до 30%. Видобування корисної копалини з них здійснюється, як правило, системами розробки з відкритим очисним простором, що сприяє поступовому накопиченню пустот значних об'ємів, які є постійною загрозою виникнення ударів при несподіваному самообваленні налягаючих порід у вироблений простір. Облік підземних пустот у басейні в даний час проводиться з метою контролю за станом і своєчасним погашенням пустот. Об'єм утворених за звітний період пустот визначається маркшейдером за даними місячних вимірювань і включаються в загальну кількість по руднику (шахті). Відповідно до проекту відпрацювання блоків пустоти беруться на баланс рудника і ліквідуються шляхом обвалення між камерних, міжповерхових ціликів і зрушення порід висячого боку.

Списання пустот з балансу виконується комісією, яка призначається розпорядженням головного інженера рудника, до складу якої входять: головний інженер, старший і дільничний маркшейдери шахти, начальник дільниці. Очолює комісією головний маркшейдер рудоуправління. Комісія проводить: обстеження в натурі всіх виробок, прилеглих безпосередньо до пустоти і до суміжних блоків; встановлює стан погашеної пустоти і наявність ізоляції від діючих виробок; обстежує стан будівель та споруд в передбачуваній зоні обвалення (при необхідності виконується розрахунок який прикладається до акту і наноситься на гірничий графічний матеріал зона зрушення.

УДК 528.5

Е.Г. ХЛЫПОВКА, старший преподаватель, Криворожский национальный университет

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОРИЕНТИРОВАНИЯ КВАДРОКОПТЕРА В КАДАСТРОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Рассматривается возможность применения нового оборудования, для упрощения и автоматизации процесса кадастровых съёмочных работ. Применение квадрокоптеров повышают производительность и достоверность кадастровой съёмки при сложных, труднодоступных земельных участках.

**Постановка проблемы.** Кадастровые работы являются неотъемлемой частью при мониторинге земельных участков. Основная задача кадастровой съёмки это получение координат внешних контуров данного земельного участка и как результат - определение его площади, формы, место расположения, относительно к другим земельным объектам. При этом для полной информации о земельном участке на кадастровом плане отображается не только контурные точки, а и сама кадастровая ситуация. По характеристике кадастровой ситуации выполняется разделение данного земельного участка.

**Цель исследования.** Данный полевой и камеральный метод может применяться практически во всех случаях, особенно если земельный участок имеет простую и открытую форму. Совершенно по-другому приходится работать полевым бригадам на земельных участках при: гус-

то заросшей или трудно доступных зонах, имеющей сложную хаотическую форму застройки, когда нет возможности попасть для кадастровых работ на соседний участок. При этом координировать все необходимые контурные точки из-за наличия ряда причин становится сложно или совсем не возможно. Наличие дополнительных материалов аэрофотосъемки значительно облегчило бы выполнение кадастровой съемки. Отсутствие аэрофотосъемки или ее устарелость превращает обычные кадастрово-геодезические работы в сложную процедуру.

**Основная часть.** Для упрощения и ускорения процесса кадастровой съемки поможет применение дополнительного оборудования: модели летательных аппаратов. Использование подобных стандартных авиамodelей в виде вертолета, убрали ряд проблем: не надо наличие специальной взлётно-посадочной полосы. В последнее время в авиамodelировании разработаны новые летательные аппараты - *квадрокоптеры*. Конструкция квадрокоптера выполнена в виде крестообразной рамы, на краях которой установлены высокоскоростные электродвигатели с лопастями. В целом конструкция квадрокоптера максимально упрощена, в ней присутствуют только необходимые блоки и компоненты, что значительно уменьшило вес и стоимость аппарата.

Современные методы навигации выполнены в виде разного класса электронных малогабаритных модулей с использованием спутниковых навигаций и разного ряда компасов. Комплект зависит от требований для работы аппарата. Например, *Futaba GY520 Heading Hold Gyro* - ультраминиатюрный гироскоп для моделей вертолетов, GA-410 - бюджетный гироскоп с режимом удержания хвостовой балки, спроектированный для моделей вертолетов 3D, *4-channel Co-Pilot II Flight Stabilization System* - четырехканальная система стабилизации летательных аппаратов, использующая разность температур на линии горизонта между землей и атмосферой для стабилизации положения, практически, любой модели, управляемой двумя каналами. Система не зависит от освещенности и работает как днем, так и ночью. Навигация может обеспечить устойчивость к отклонению от установленного курса не более  $\pm 1,0$  м при скорости ветра до 8,0 м/с. Этих параметров достаточно, чтобы в нормальных климатических условиях выполнять наземную аэрофотосъемку.

**Вывод.** Кадастровая съемка с применением квадрокоптера может значительно упроститься, съемка будет иметь полную, детальную информацию при меньших физических и экономических затратах.

УДК 622.273.21

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф.,  
В.А. ДВОРНИКОВ, М.В. ШОЛЮХ, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПОГАШЕННЯ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ

Погашення виробленого простору, що утворюється при видобуванні корисної копалини з сліпих і обмежених за простяганням покладів, рудних тіл або їх ділянок здійснюється такими способами: руйнуванням міжповерхових і між камерних ціликів з метою заповнення виробленого простору раніше завалених порід; масовим обваленням налягаючої товщі порід, що відокремлюють вироблений простір від поверхні, шляхом доведення оголень до граничних розмірів, щоб забезпечити вихід процесу самообвалення на денну поверхню; за наявності зближених вироблених просторів виконують руйнування безрудних включень, що також призводить до самообвалення налягаючих порід; примусове обвалення налягаючої товщі порід вибуховими роботами до денної поверхні; закладення виробленого простору закладкою, яка в деяких випадках є більш вигідною, ніж використання масових вибухів; ізоляція виробленого простору від виробок шахти за допомогою побудови різного роду штучних перемичок у відповідних до неї виробках, тобто обмеження доступу до виробленого простору; локалізація шляхом часткового обвалення порід всячого боку з утворенням запобіжної подушки і побудови штучних перемичок з метою гасіння ударної повітряної хвилі при можливому самообваленні.

Перший спосіб найбільш широко поширений в Кривбасі, так як він легко здійснюється при відпрацюванні покладів значних розмірів, які забезпечували вихід обвалення на земну поверхню і при подальшій розробці відбувається обвалення вмішуючих порід, яке призводить до накопичення достатнього об'єму завалених порід.

При відпрацюванні покладів невеликих розмірів, а також ділянок покладів, що повинні заповнюватися, шляхом перепуску завалених порід не можна погасити вироблений простір.

Крім того, перепуск завалених порід можливий тільки при відпрацюванні крутоспадаючих покладів.

Другий і третій способи широко застосовувалися при відпрацюванні рудних тіл на невеликих глибинах їх залягання від поверхні, так як в цьому випадку створені оголення порід висячого боку вище граничного, приводили через певний час до виходу самообвалення на земну поверхню. Збільшення потужності налягаючої товщі порід, що стало неминуче при відпрацюванні сліпих покладів з глибиною.

Навіть при відслоненнях порід, набагато переважаючих межа стійкості плоских відслонень, не забезпечувало вихід обвалення на земну поверхню.

Внаслідок цього створилася загроза можливого самообвалення в результаті розвитку склепіння обвалення в часі.

Для погашення такого виробленого простору почали застосовувати примусове обвалення за допомогою вибухових робіт, але зі збільшенням глибини розробки можливість даного способу погашення виробленого простору стала важко здійсненою через його складність, дорожнечу і неможливості його здійснення.

Для погашення виробленого простору широке використання вибухових робіт викликало те, що рівномірного подрібнення масиву порід при цьому не вимагається.

Отже, відпадає необхідність в рівномірному розподілі вибухових речовин по усій площі стелини. Досить зосередити заряд в одному місці для прориву стелини і перепустити пусті породи вищерозташованих поверхів, тобто в початковий момент створити запобіжну «подушку» з завалених порід вибухом.

Однак проведені дослідження за визначенням товщини запобіжної подушки показують, що її параметри в процесі утворення перебувають у прямій залежності від гранулометричного складу подушки.

Отже, розподілу вибухових речовин при підриванні порід висячого боку необхідно надавати особливу увагу.

Так зі збільшенням середнього шматка породи, що складають подушку від 0,1 до 0,4 м призводить до збільшення товщини подушки від 7,0 до 13,0 м.

Ліквідація пустот масовими вибухами в практиці зустрічається в різноманітних варіантах: свердловинні заряди, мінні, мілкошпурові і комбіновані.

Найбільш поширений метод свердловинних зарядів, з точки зору техніки безпеки і кращих показників подрібнення гірського масиву.

Слід зазначити, що при вибуховому способі погашення підземних пустот поряд з позитивними моментами властиві і недоліки, головними з яких є: відносно висока вартість погашення виробленого простору; при невдалому масовому вибуху небезпечно вести роботи в блоках, розташованих поблизу місця вибуху, тому що порушенні породи в будь-який момент можуть раптово завалитися, в результаті чого створюється небезпека повітряного удару; перед підриванням порід висячого боку треба обвалити міжповерхові цілики, після чого створюється велике оголення порід, що не виключає можливості їх раптового обвалення і порушення бурових виробок.

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф.,  
 О.Ю. КРИВЕНКО, М.В. ШОЛОХ, Л.О. ЯНОВА, кандидати техн. наук, доц.,  
 М.П. СЕРГЄЄВА, В.В. БЕШЕВЕЦЬ, О.С. НАМІНАТ, викладачі  
 Криворізький національний університет

## ОДЕРЖАННЯ ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНУВАННЯ

Наземне лазерне 3D - сканування об'єкту, що досліджувався, виконувалось приладом «Leica ScanStation-2». Смуга (сектор) сканування на кожній станції сканування вибиралася за круговим панорамним фотозображенням, отриманим фотокамерою «Leica ScanStation-2» і «зшитими» в програмному забезпеченні «CycloneSCAN». На кожній із 12 станцій сканування проїжджої частини автомобільної дороги спостереження ускладнювалися інтенсивним рухом великовантажного і крупногабаритного автомобільного транспорту. «Зашумлення» окремих сканів великовантажним транспортом (TIR) додалось додатковими спостереженнями в секторах виявлених спотворень. Перевірені на повноту, точність і достовірність скани (хмарини координованих точок) на кожній станції сканування «зшиті» в єдину хмарину координованих точок з дотриманням вимог.

Координати всіх точок тимчасової знімальної мережі для побудови TIN-моделі нерегулярної поверхні полотна проїжджої частини обстеженої ділянки автомобільної дороги визначені відносно  $St1m5$  ( $X=0$ ,  $Y=0$ ,  $H=0$ ). Зрівнювання і оцінка точності координат виконувалась у програмному забезпеченні «CycloneSCAN». Створення TIN-моделі нерегулярної поверхні відсканованої проїжджої частини ділянки автомобільної дороги побудовані в програмному забезпеченні «Cyclone 6.4». Тверде покриття автомобільної дороги і узбіччя полотна відтворене за фактичними розмірами і положенням в просторі. Тривимірні крупно масштабні креслення проблемних смуг від сканованої ділянки автомобільної дороги для порівняльного аналізу і виявлення можливих деформацій в зонах виробленого простору, що утворилися при видобуванні корисної копалини з сліпих і обмежених за простяганням покладів, рудних тіл або їх ділянок, сформовані за результатами польових спостережень.

Для проведення аналізу і побудови графіків розбіжностей по вісях прямокутних координат  $X$ ,  $Y$  і по висоті  $H$  вибраний крок між суміжними точками повздож всієї кривої ділянки автомобільної дороги «Техбаза - кладовище «Західне» - 3 м. Точки країв відрізків, за якими проводиться аналіз всієї ділянки автомобільної дороги «Техбаза - кладовище «Західне», впізнані на TIN-моделях нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автомобільної дороги «Техбаза - кладовище «Західне» за елементами подібності і точками тимчасової знімальної мережі. На кожному відрізьку ділянки автомобільної дороги «Техбаза - кладовище «Західне» аналізу підлягають лінії лівого (північного), правого (південного) країв твердого покриття і осьова лінія автомобільної дороги. З урахуванням напряму пролягання ділянки автомобільної дороги із заходу на схід відрізьки суміщенні одна з одною TIN-моделей нерегулярної поверхні спроектовані на пряму лінію паралельну вісі  $Y$ .

Графік розбіжностей TIN-моделей нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автомобільної дороги «Техбаза - кладовище «Західне» по висоті  $H$  наведено на рис. 1.



Рис. 1. Графік розбіжностей TIN-моделей нерегулярної поверхні

Вибрані відстань між суміжними станціями сканування і крок сканування дозволили отримати координовані точки з щільністю не гірше однієї точки на 2,5 дм<sup>2</sup> повздовж всієї ділянки автомобільної дороги «Техбаза - кладовище «Західне». Основні робочі величини і умови сканування та точність тимчасової знімальної мережі дозволили побудувати TIN-моделі нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автомобільної дороги «Техбаза - кладовище «Західне» за результатами сканувань.

УДК 622.34:658.562

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., М. П. СЕРГЄЄВА, старший викладач  
Криворізький національний університет

### **ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ У РУДНІЙ СИРОВИНІ**

Випуск високоякісної залізорудної продукції в переробній галузі значною мірою залежить від якості корисної копалини у рудній сировині, що споживається.

Чим вище якість корисної копалини у рудній сировині, тим менша величина безповоротно-супільної праці, що витрачається, і навпаки.

При використанні рудної сировини низької якості, при рівних витратах праці, одній і тій же техніці, технології і кваліфікації працівників, залізорудна готова продукція, яка випускається має більш низьку якість, техніко-економічні показники виробництва і споживання, чим залізорудна готова продукція, яка виготовлена з більш якісної корисної копалини у рудній сировині.

Тому одним з основних питань проблеми підвищення якості залізорудної готової продукції є вивчення факторів, які формують якість, і взаємодія між ними.

Оцінити ступінь впливу на якість залізорудної готової продукції кожного фактора окремо не завжди можливо або досить важко, що зумовлює необхідність вивчення впливу групи факторів, а не кожного фактора окремо.

Всю сукупність факторів, що впливають на процес формування якості корисної копалини у рудній сировині і визначальний її рівень, можна підрозділити виходячи з того, до якого моменту основних умов виробництва (предмет праці, засобу праці, праця) вони належать, на наступні групи: природні (предмет праці), технічні (знаряддя праці), технологічні, економічні, соціально-економічні.

При наявності ефективних розробок окремих питань дотепер, однак, відсутні комплексні дослідження, що спрямовані на створення теорії, методів і технології інформаційного маркшейдерсько-геологічного забезпечення управління якістю корисної копалини у рудній сировині, що видобувають.

Названа проблема є досить актуальною для гірничодобувної промисловості. Її успішне вирішення можливо тільки на основі глибокого вивчення і обґрунтування функцій і об'єктів маркшейдерсько-геологічного забезпечення, аналізу факторів, що впливають на формування і складність управління якістю корисної копалини у рудній сировині, вибору раціонального комплексу математичних методів вирішення завдань і побудови ефективної системи обробки масивів інформації з використанням комп'ютерних технологій.

Характерною рисою гірничорудної промисловості є те, що рудна сировина, видобута навіть із одного блоку, характеризується мінливістю фізико-хімічних властивостей, які підсилюються тим, що рудна сировина на перероблення, зокрема на збагачувальну фабрику, надходять з декількох блоків, горизонтів, шахт, кар'єрів і має різне збагачування.

Коливання фізико-хімічних властивостей рудної сировини, вимагає оперативної мінливості або перебудови технологічного процесу виробництва, в протилежному випадку це пов'язано з додатковими втратами рудної сировини, збільшенням виходу готової продукції (концентрат, агломерат, окатиші) більш низької якості.

На процес формування якості кінцевої продукції гірничодобувного підприємства, поряд з природною якістю корисної копалини, умовами їхнього залягання, фізико-механічними властивостями і мінералогічними складовими, суттєвий вплив надає кількісне співвідношення різновидів корисної копалини, які надходять на перероблення, і стабільність їхніх фізико-хімічних властивостей.



Природна якість корисної копалини у рудній сировині в процесі видобування набуває мінливості залежно від призначення, комплексу властивостей і вимог, які висуваються споживачем.

Існуюча практика управління якістю корисної копалини у рудній сировині зводиться в основному до здійснення розрізаних, не пов'язаних між собою в єдину систему заходів щодо поліпшення її якості.

Для створення системи управління якістю корисної копалини у рудній сировині і здійснення цілеспрямованого впливу на процес формування якості продукції необхідно розробити певну програму дій, основними положеннями якої повинні бути: мета, яку необхідно досягти, і заходи, які необхідно розробити і впровадити; методика оцінки досягнутих результатів; заходи щодо забезпечення стійкості досягнутих результатів і подальшого прогресу.

При управлінні якістю корисної копалини у рудній сировині необхідно використати як *зовнішню, так і внутрішню інформацію*.

Таким чином, основою і умовою ефективної дії системи управління якістю корисної копалини у рудній сировині є наявність ефективного оперативного зворотнього зв'язку між якістю корисної копалини у рудній сировині, що споживається і видобувається завдяки якому можливе забезпечення коригувального впливу на хід технологічного процесу з метою виготовлення продукції необхідної якості.

Особливе місце в управлінні якістю корисної копалини у рудній сировині, а отже, і в її формуванні займає *контроль якості корисної копалини у рудній сировині*.

УДК 622.113: 622.271: 681.5

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., А. О. КОЛЕСНИКОВ, магістрант  
Криворізький національний університет

### **АВТОМАТИЗАЦІЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННІ ЗА ЗРУШЕННЯМ СХІДНОГО БОРТУ КАР'ЄРУ №1**

Кар'єр № 1 ПАТ «Центральний ГЗК» знаходиться у зоні впливу підземних гірничих робіт шахт «Більшовик», «Жовтнева» і «Фрунзе», наявність в масиві гірських порід східного борту кар'єру пустот ускладнює проведення гірничих робіт, що викликало необхідність організації чітко налагодженої системи контролю за зрушенням і деформуванням масиву гірських порід, бортів, укосів кар'єра і прилеглих до нього ділянок земної поверхні. Одним з основних методів його здійснення є маркшейдерсько-геодезичні інструментальні спостереження. Подальше зниження підземних гірничих робіт призведе до збільшення обсягів і кількості пустот під кар'єром, які при досягненні критичних значень похилих прольотів і обсягів відпрацьованих камер цілком можуть ініціювати процес їх спливання вгору (по всячому боці покладу) в обхід вище розміщених, локалізованих закладкою, блоків. Представлений розвиток подій буде сприяти відновленню перепуску порід зі «старих» відпрацьованих камер на нижні горизонти з утворенням воронки на поверхні і розширенням зони зрушення, що вимагає постійного контролю за станом гірничих виробок в кар'єрі і суміжній з нею території. Такий контроль здійснюється з використанням комплексу методів, що включають візуальні, маркшейдерські та геофізичні спостереження. З метою зменшення трудомісткості спостережень та підвищення оперативності надходження даних про розвиток зсувних явищ, рекомендується використовувати автоматичні системи. В даний час у світі знаходять застосування системи засновані на роботизованих тахеометрах, що виробляють зйомку заздалегідь закладених точок (відбивачів) в автоматичному режимі і радарні установки, що дозволяють отримати не менш точні дані про стан борту кар'єру без відбивачів. Радарне обладнання використовується у світовій практиці моніторингу стану бортів кар'єрів, укосів відвалів, дамб і гребель порівняно недавно, але набуло значного поширення через низку позитивних якостей. До них відносяться - мобільність, можливість працювати без відбивачів, а отже і контролювати стійкість робочого борту незважаючи на ведення вибухових робіт. Радари SSR виробляє компанія *GroundProbe* з 2003 року.

При появі на майданчиках тріщин, інструментальні спостереження крім трудомісткості будуть пов'язані з певними ризиками. Використання радара для цих цілей виключить фактор небезпеки і прискорить обробку результатів. Сутність радарних спостережень полягає в скануванні радаром заданої площі з подальшою комп'ютерною обробкою отриманої інформації. Принцип роботи системи аналогічний роботі лазерних сканерів, однак, замість лазерного променя відстань визначається по швидкості проходження радіохвиль. SSR переглядає 10000 м<sup>2</sup> областей в хвилину незалежно від погодних умов. Радарні системи мають найвищу точність вимірювань (похибка до 1 мм). За результатами досліджень надійність радарних систем, що використовуються для раннього попередження деформаційних процесів, досягає 93% при використанні в системі попередження тільки радарів. Застосування радарів в комплексі з електронними тахеометрами та лазерними сканерами підвищує достовірність оповіщення про небезпеку обвалень і зсувів в 99 % випадків. У комплекті з обладнанням поставляється програмне забезпечення для обробки даних, реалізована функція розпізнавання гірничого обладнання, що знаходиться в зоні контролю, а також захист від вібрацій в кар'єрі. Передача даних зі станції на комп'ютер здійснюється в автоматичному режимі. Через заданий проміжок часу цикл повторюється. Комп'ютерна обробка сигналів дозволяє отримати контур сформованого зсуву з його кількісними характеристиками. Відстань від радара до борту кар'єра в залежності від типу радара становить - 1500...2500 м. При прогнозуванні розвитку зсувів у часі окрім наростання швидкостей зміщень необхідно приймати до уваги, також розвиток оконтурюючого зсув тріщини відриву на флангах зсуву. Активна стадія зсуву настає при його повному оконтурюванні тріщиною відриву на флангах.

## Секція 6 - ЕКОНОМІКА

УДК 658.14

А.Б. ЯРОВА, канд. економ.наук, доц., О.В. ДЕМЧЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ «ТРУДОВІ РЕСУРСИ», «ТРУДОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ», «КАДРОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ» В ЕКОНОМІЧНІЙ НАУЦІ**

В умовах необхідності активізації кадрової політики, без якої неможливе ефективне функціонування підприємства, питання про управління кадровим потенціалом переростає в актуальну проблему. Ролі кадрового потенціалу та проблемам, які пов'язані з його управлінням у своїх працях приділяли увагу багато вітчизняних вчених. Серед них можна особливо відзначити роботи О.С. Федоніна, А.Я. Кібанова, Н.П. Беяцького, Л.Б. Балабанової, В.Н. Слинькова. На сьогодні значенню кадрового потенціалу приділяється більше уваги в теорії, ніж на практиці. У літературі розглядаються та аналізуються теоретичні засади управління кадровим потенціалом, але мало уваги приділяється практичній розробці та реалізації механізмів, методів, моделей управління кадровим потенціалом.

Перед тим як визначити поняття «кадровий потенціал», слід його відокремити від загальноновживаних економічних категорій «трудові ресурси» та «трудовий потенціал».

Існує думка, що трудові ресурси – це економічно активна, працездатна частина населення регіону, яка володіє фізичними і культурно-освітніми можливостями для участі в економічній діяльності підприємства [1, с.197]. А.Я. Кібанов вважає, що трудові ресурси представляють собою працездатну частину населення країни, яка в силу психофізіологічних та інтелектуальних якостей здатна виробляти матеріальні блага або послуги [2, с. 53]. Узагальнюючи вищезазначені визначення, можна стверджувати, що категорія «трудові ресурси» визначається якісними характеристиками (працездатність) та кількісними характеристиками (демографічні ознаки, чисельність, розподіл по регіонах). Трудові ресурси – це узагальнююче за змістом поняття.

У вітчизняній економічній літературі термін «кадровий потенціал» до 1990 р. практично не вживався, так як не було чіткого визначення даної категорії. Пояснюється це складністю її змісту, недостатньою вивченістю. Сучасна економічна наука, соціологія праці, теорія управління приходять до нових підходів до поняття «кадрового потенціалу».

Так, О.С. Федонін стверджує, що трудовий потенціал – це існуючі сьогодні та передбачувані трудові можливості, які визначаються чисельністю, віковою структурою, професійними, кваліфікаційними та іншими характеристиками персоналу підприємства [1, с. 197].

З іншого боку, трудовий потенціал працівника - це сукупність фізичних і духовних якостей людини, що визначають можливість і межі його участі у трудовій діяльності, здатність досягати в заданих умовах певних результатів, а також удосконалюватися в процесі праці [2, с. 61].

У самому загальному вигляді поняття «трудовий потенціал» характеризує певні можливості, які можуть бути мобілізовані для досягнення конкретної мети.

Різні дослідники акцентують увагу на різних сторонах поняття. Так, Л. В. Балабанова вказує на те, що кадровий потенціал підприємства - це гранична величина можливої участі працівників підприємства у його діяльності з урахуванням їх компетентності, психо-фізичних особливостей, інтересів, мотивацій [3, с. 19].

За Краснокутською Н.В. кадровий потенціал інноваційної організації повністю ототожнюється з творчим і являє собою сукупність знань, здібностей, навичок, особистої майстерності, системного мислення спеціалістів, які провадять інноваційну діяльність, їх творчі новаторські здібності і є базою забезпечення її інноваційного лідерства і конкурентоспроможності на ринку [4, с.401].

Спільним для всіх цих визначень є те, що кадровий потенціал підприємства визначається не тільки кількісним складом персоналу, який безпосередньо чи опосередковано пов'язаний з інноваційною діяльністю підприємства, а також і його якісними характеристиками, які розуміються як активи персоналу. Під активами персоналу розуміється сукупність колективних знань співробітників підприємства (організації), їх творчих здібностей, умінь вирішувати проблеми, лідерських якостей, підприємницьких і управлінських навичок. Сюди також включаються психометричні дані і відомості про поведінку окремих осіб в різних ситуаціях.

#### *Список літератури*

1. Федонін О. С. Потенціал підприємства: формування та оцінка: Навч. посібник / О. С. Федонін, І. М. Репіна, О. І. Олексюк. – К.: КНЕУ, 2003. – 197 с.
2. Кибанов А. Я. Управление персоналом: Учебник для вузов / А. Я. Кибанов, Л. В. Ивановская, Е. А. Митрофанова; Министерство образования и науки РФ; Государственный университет управления. – М.: РИОР, 2007.
3. Балабанова Л. Б. Управление персоналом: Навч. посібник / Л. Б. Балабанова, О. В. Сардак. – К.: ВД «Професіо-нал», 2006. – 19 с.
4. Краснокутська Н.В. Інноваційний менеджмент: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 401 с.

УДК 658

В.Я. НУСІНОВ, д-р економ. наук, проф., С.П. ЛОБОВ, канд. економ. наук, доц.  
Криворізький національний університет

### **ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ВІД РИЗИКІВ АВАРІЙ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Буферні склади незавершеного виробництва, як і страхові запаси матеріальних ресурсів дозволяють суттєво знизити ризики, що виникають при виробництві продукції на гірничо-збагачувальних комбінатах (ГЗК). Але аналогічно страховим запасам матеріальних ресурсів, створення надмірних запасів незавершеного виробництва призводить до втрат від заморожування оборотних коштів у цих запасах.

Автоматизовані інформаційні системи (АІС) планування та контролю в режимі реального часу дозволяють скоротити ці втрати як при закупівлях матеріальних ресурсів, так і при виробництві продукції. Так, у разі виникнення аварій АІС дозволяє автоматично визначити місце

аварії, надати інформацію про поточний технічний стан резервних машин та обладнання, строки їх планових ремонтів та оперативно провести перепланування як виробництва, так і ремонтів на усіх переділах підприємства.

В умовах обмеження виробничої потужності будь-яка затримка перепланування та визначення резервних машин і обладнання призводить до втрат від зменшення обсягів виробництва на наступних переділах. При відсутності буферних складів розрахунок втрат на наступному переділі може бути проведений за формулою

$$Взак = \frac{\Delta M_i}{H_{mat_i}} \times Ц_{прод} \times P_{прод}, \quad (1)$$

де Взак - втрати від ризиків аварій, грн;  $\Delta M_i$  - недоотриманий обсяг і-го виду незавершеного виробництва на переділі, де виникла аварія, у натуральних одиницях;  $H_{mat_i}$  - питомі натуральні норми витрачання і-го виду незавершеного виробництва на наступному переділі; Ц - ціна одиниці продукції наступного переділу, грн.;  $P_{прод}$  - рентабельність продажів, частки од.

В даному випадку питомі натуральні норми витрачання ( $H_{mat}$ ) визначаються для незавершеного виробництва, що є продуктом переділу, де виникла аварія. Величина недоотриманого обсягу незавершеного виробництва ( $\Delta M_i$ ) представляє собою недовироблений обсяг продукції на переділі, де виникла аварія. За умови рівномірного у часі виробництва даний показник може бути визначений за формулою

$$\Delta M_i = Q_{год.маш} \times \text{Товар}, \quad (2)$$

де Товар – період, необхідний для ремонту машини з моменту її аварії, годин;  $Q_{год.маш}$  – годинна продуктивність аварійної машини, т/год.

У разі наявності страхових запасів ( $M_{стр}$ ) на буферному складі наступного переділу втрати можуть бути відповідно знижені

$$Взак = \frac{\Delta M_i - M_{стр_i}}{H_{mat_i}} \times Ц_{прод} \times P_{прод}, \quad (3)$$

де  $M_{стр_i}$  - страховий запас і-го виду незавершеного виробництва на наступному переділі у натуральних одиницях.

Завдяки використанню АІС період прийняття рішення про заміну машин та обладнання суттєво знижується в результаті скорочення періоду збирання та обробки необхідної інформації. Скорочення періоду прийняття управлінського рішення дозволяє відповідно скорочувати страхові запаси. Звісно загальна величина придбаних запасів не знижується, але знижується період їх зберігання на складі, а отже, і втрати від заморожування оборотних коштів у страхових запасах. Економічний ефект АІС планування в даному випадку (Езак) представляє собою величину зниження втрат від заморожування оборотних коштів у страхових запасах

$$Езак = \sum_{i=1}^N Q_{год} \times \Delta T \times H_{mat_i} \times Ц_{mat_i} \times \frac{q \times Tзб_i}{365}, \quad (4)$$

де  $Q_{год}$  - годинна продуктивність наступного переділу, т/година;  $\Delta T$  - скорочення часу збирання та обробки необхідної інформації за рахунок АІС, годин;  $Ц_{mat_i}$  - собівартість одиниці незавершеного виробництва і-го виду, грн.; q - річна ставка дисконтування, частки од.;  $Tзб_i$  – період зберігання страхових запасів за умови відсутності АІС, днів; N - загальна кількість видів матеріальних ресурсів.

АІС планування та контролю в режимі реального часу дозволяють також стабілізувати обсяги виробництва та якість руди у кар'єрі, знизити страхові запаси у буферних складах, знизити транспортні витрати тощо.

УДК 658

Є. В. МІЩУК, О. М. МОЛОДЕЦЬКА, кандидати економ. наук, доценти КЕІ  
Криворізький національний університет

## ПРОБЛЕМИ УРАХУВАННЯ ВАРТОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ДОЦІЛЬНОСТІ ІНВЕСТИВАННЯ

Останнім часом інтелектуальний капітал став об'єктом досліджень багатьох закордонних науковців, серед яких: Н Бонтіс, Е. Брукінг, Т. Давенпорт, П. Друкер, Л. Едвінссон, М. Мелоун,

Л. Прусак, П.Саліван, К.-Е. Свейбі, Т. Стюарт, Х. Текеучі та ін. Суттєвий внесок у наукові дослідження стосовно інтелектуального капіталу зробили українські вчені Д. Богиня, О. Бутнік-Сіверський, В. Геєць, О. Грیشнова, О. Кендюхов, Я. Крупка, А. Чухно та інші. Визнаючи значущість наукових розробок вчених, більшість їх робіт присвячена сутності інтелектуального капіталу, аналізу його складу, ролі та місця в сучасній економіці. Для подальших досліджень у напрямку визначення кількісних взаємозв'язків інтелектуального капіталу з іншими видами капіталу необхідно, насамперед, визначитися з методикою оцінювання вартості інтелектуального капіталу. Відмітимо, що нині налічується близька п'ятдесяти методів кількісної оцінки інтелектуального капіталу. Їх розширений перелік та короткий зміст наведені на сайті науковця К.-Е.Свейбі, який вніс вагомий вклад у дослідження інтелектуального капіталу. Водночас на підставі існуючих методик, сучасними дослідниками розроблено ряд удосконалених та модифікованих показників оцінювання інтелектуального капіталу. Вибір того чи іншого методу (показника) залежить від цілей та задач дослідження. На наш погляд, для більшості відповідних задач, які постають перед вітчизняними підприємствами, оцінка інтелектуального капіталу повинна бути інтегральною. Зокрема, доцільно виділити окремі складові інтелектуального капіталу, оцінити їх у грошовому вираженні та використати при узагальненій оцінці за допомогою одного інтегрального показника. При цьому відмітимо, що певні складові інтелектуального капіталу не можна одразу оцінити у вартісному вираженні: спочатку слід визначити їх величину в балах, а вже потім трансформувати у грошову форму.

Отже, визначена за допомогою інтегрального показника вартість інтелектуального капіталу повинна бути врахована при визначенні доцільності інвестиційних проектів. Відомий науковець Дж. Гелбрейт зазначав: «Долар, вкладений в інтелект людини, часто приносить більший приріст національного доходу, ніж долар, вкладений в залізні дороги, греблі, машини та інші капітальні блага. Освіта стає високопродуктивною формою капітальних вкладень». У даному дослідженні нас цікавлять не інвестиції в інтелектуальний капітал, а реальні інвестиційні проекти, при обґрунтуванні доцільності яких необхідно враховувати вартість інтелектуального капіталу підприємства.

Відомо, що в сучасній практиці для обґрунтування доцільності інвестування використовуються такі показники, як чистий грошовий потік, індекс рентабельності, період окупності тощо. Наприклад, з двох реальних інвестиційних проектів обирається той, у якого більше чистий грошовий потік і коротше період окупності. Водночас очевидно, що інвестування супроводжується певними ризиками, негативний вплив яких може ускладнити (унеможливити) реалізацію запланованих у проекті заходів, що, своєю чергою, призведе до погіршення значень наведених показників. При цьому не враховується той факт, що на окремому етапі реалізації інвестиційного проекту, можуть бути залучені ті чи інші складові інтелектуального капіталу, в результаті використання яких ризики можна попередити, нівелювати, мінімізувати чи ліквідувати з найменшими втратами. У тому випадку, коли реалізація інвестиційного проекту відбуватиметься за планом, більш повне використання інтелектуального капіталу сприятиме покращенню у порівнянні з прогнозними значеннями інших показників інвестиційного проекту.

Отже, вважаємо, що окрім традиційних та модифікованих показників ефективності інвестиційних проектів, слід додатково враховувати показник вартості інтелектуального капіталу, ступінь залучення якого у процес інвестування впливає на період окупності капітальних вкладень та інші економічні показники ефективності інвестицій.

УДК 371.315

О.В. ПАСІЧНА, канд. філолог. наук, доц. Криворізький національний університет

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ОРФОГРАФІЧНИХ УМІНЬ І НАВИЧОК ШКОЛЯРІВ**

У статті розглянуто психологічні та лінгводидактичні особливості формування орфографічних умінь і навичок школярів. Основну увагу звернено на види орфографічної пам'яті, принципи навчання правопису, а також методи формування названих умінь і навичок.

*Проблема та її зв'язок із науковими та практичними завданнями.* Метою роботи з орфографії в середній школі є формування в учнів відносної орфографічної грамотності, тобто вміння правильно використовувати графічні засоби згідно з правилами правопису.

*Аналіз досліджень та публікацій; постановка завдання.* Формуванню й удосконаленню в школярів міцних навичок грамотного письма присвячено роботи таких психолінгвістів та лінгводидактів: Н. Алгазіної, М. Баранова, Г. Іваницької, Д. Богоявленського, А. Гулицької, С. Жуйкова, В. Іванової, І. Хом'яка та ін. Науковці розглядають проблеми розвитку орфографічної пам'яті, формування правописної пильності, мовленнєвого слуху, навичок виконання орфографічних дій тощо. Дослідники наголошують на важливості врахування психологічних чинників у процесі становлення правописних навичок.

*Викладення матеріалу та результати.* Неодмінною умовою засвоєння учнями орфографії є врахування в процесі роботи над нею особливостей становлення орфографічної навички. Орфографічна навичка, як і будь-яка інша, є вторинно автоматизованою дією. Процес вироблення її тривалий і складний. Формування орфографічних навичок підлягає закономірностям аналітико-синтетичної діяльності головного мозку. З погляду фізіології процес формування вторинно автоматизованої дії – орфографічної навички пояснюється поступовим зниженням збудженості в ділянках кори півкуль головного мозку. Зниження збудженості досягається шляхом зміцнення нервових зв'язків через повторення дії. На перших етапах створення орфографічної навички певні ділянки півкуль головного мозку найбільш збуджені. Поступово, якщо ті ж подразнення повторюються, збудженість цих ділянок дедалі знижується і, нарешті, орфографічні дії виконуються ними в загальмованому стані; активними стають інші ділянки мозку, що виконують інші важливі дії [3, с. 173–174].

Як зазначають М. Баранов та Г. Іваницька [1, с. 30–31], орфографічні уміння й навички спираються на слухові сприйняття (передавання фонем за допомогою спеціальних графем), на зорові сприйняття (бачення орфограм на письмі), на кінестетичні відчуття (мускульні зусилля органів мовлення) та рухи руки під час письма. Звідси у формуванні орфографічних умінь і навичок беруть участь такі види пам'яті: слухова, зорова, кінестетична й моторна.

Слухова пам'ять як чинник, що сприяє формуванню орфографічних умінь і навичок, полягає в запам'ятовуванні на слух фонем у морфемах. Це запам'ятовування здійснюється в процесі письма, тобто при передаванні фонем за допомогою букв. На уроках з цією метою використовуються різноманітні види диктантів. Зорова пам'ять як чинник, що сприяє розвитку в школярів орфографічних умінь і навичок, виявляє себе в процесі письма на слух, при використанні різноманітних видів списування. Кінестетична пам'ять спирається на поскладове орфографічне промовляння слів, у результаті якого закріплюється фонемний склад слова в мускульних рухах органів мовлення. Цей вид пам'яті використовується у процесі навчання дітей правопису слів з орфограмами, що не перевіряються. Моторна пам'ять як чинник, що сприяє формуванню орфографічних умінь і навичок, полягає в багатократному повторенні учнем запису одного й того ж слова. У чистому вигляді жоден з цих видів пам'яті не використовується, усі вони діють разом.

Зміст роботи з орфографії в середній загальноосвітній школі спирається на знання учнів з фонетики, словотвору, граматики і спрямований на формування в школярів таких орфографічних умінь: знаходити орфограми в словах, писати слова з вивченими видами орфограм, знаходити й виправляти правописні помилки. Знаходження орфограм у словах – найважливіше орфографічне уміння, що називається орфографічною пильністю. Правильне написання слів з вивченими видами орфограм – основне орфографічне уміння, що формується в школі. Учитель також повинен навчити школярів знаходити помилкові написання й виправляти їх.

Навчання орфографії не обмежується тільки відповідними знаннями й уміннями. Головне завдання роботи з орфографії в школі полягає у формуванні орфографічних навичок, тобто здатності дотримуватись орфографічних норм без участі свідомого контролю [1, с. 51–52].

М. Львов визначає орфографічну навичку як сукупність автоматизованих компонентів орфографічних дій учнів. Орфографічна дія має таку структуру: 1) аналіз одиниці мови: слова, словосполучення – і виділення орфограми; 2) визначення способу перевірки орфограми: застосування правила, використання аналогій, звернення до словника; 3) операція перевірки орфограми одним чи двома-трьома способами; 4) написання слова, словосполучення. Дослідник називає умови успішної орфографічної дії: для першого етапу – добре розвинуті орфографічна

пильність та мовленнєвий слух; для другого етапу – повне й точне знання системи орфографічних правил; для третього – уміння швидко користуватися правилами, визначати склад слова, його граматичну форму, швидко й легко добирати слова для зіставлень тощо [2, с. 132–134]. Метою навчання орфографії є максимальна автоматизація письма.

Вивчення орфографії спирається на загальнодидактичні принципи (науковості, проблемності, зв'язку теорії з практикою), лінгводидактичні принципи (пізнавально-практичної спрямованості навчання, правильної організації роботи над орфографічними помилками, комунікативної спрямованості навчання мови) та власне методичні принципи (зв'язку навчання орфографії з граматикую та фонетикою української мови; свідомості та автоматизму у навчанні орфографії; зв'язку навчання орфографії з розвитком зв'язного мовлення; зіставлення звука і його фонетичного оточення; зіставлення семантики слова і структури слова).

Орфографічні уміння й навички формуються за допомогою методів і прийомів навчання орфографії. Методика навчання орфографії спирається на такі методи: слово вчителя (розповідь, пояснення); бесіда; спостереження, аналізу мовних явищ; вправи.

Слово вчителя (розповідь, пояснення) – метод, що являє собою зв'язний усний виклад учителем змісту навчального матеріалу, ілюстрований яскравими прикладами. У бесіді як методі навчання закладені великі можливості залучення учнів до активної розумової роботи на уроці. Метод спостереження, аналізу мовних явищ поступово наближає учнів до самостійного розв'язання навчальних проблем. У ході спостереження найчастіше застосовуються такі узагальнені інтелектуальні прийоми: аналіз, порівняння, виділення головного, встановлення причинно-наслідкових зв'язків, узагальнення, конкретизація. Пошукове засвоєння знань, формування умінь і навичок передбачає розв'язання учнями проблем і проблемних ситуацій, застосування знань у нестандартних умовах тощо. Проблема ситуація виникає тоді, коли учень відчуває, що в нього не вистачає знань для розв'язання поставленого завдання. Метод вправ відіграє найважливішу роль у процесі формування орфографічних умінь і навичок учнів. Вправи – це послідовні дії та операції, які виконуються багаторазово з метою набуття необхідних практичних умінь і навичок. Розвинути орфографічну пильність дозволяють вправи на списування, диктанти, орфографічний розбір, перекази, твори.

*Висновки та напрями подальших досліджень.* Таким чином, робота з орфографії передбачає врахування психологічних основ формування правописних навичок для розвитку в школярів слухової, зорової, кінестетичної, моторної пам'яті, а також уміле використання учителем ефективних методів і прийомів навчання.

#### *Список літератури*

1. Баранов М. Т. Обучение орфографии в 4-8 классах: [пособ. для учителя] / М. Баранов, Г. Иваницкая. К. : Рад. школа, 1987. – 224 с.
2. Львов М. Р. Словарь-справочник по методике русского языка / М. Р. Львов. – М. : Просвещение, 1988. – 240 с.
3. Методика вивчення української мови в школі: [посібн. для вчителів] / [Бєляєв О. М., Мельничайко В. Я., Пентилюк М. І. та ін.]. – К. : Рад. школа, 1987. – 246 с.

УДК 658.14: 338.24

А.Ю. ШАХНО, канд. економ. наук, І.М. МИГУЦЬКА, студентка,  
Криворізький національний університет

## **ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВА**

Прискорення ринкових змін, яке висуває нові вимоги до суб'єктів господарювання і ринку вцілому є найважливішою характеристикою економічних умов розвитку й господарювання. Для ефективного господарювання підприємств в ринкових умовах важливою задачею є визначення оптимальної структури капіталу, яка являє собою співвідношення використання власних і запозичених коштів, при якому забезпечується ефективна пропорційність між коефіцієнтом фінансової рентабельності і коефіцієнтом фінансової стійкості підприємства, тобто максимізується його ринкова вартість [1].

Значний внесок в дослідження питань сутності капіталу внесли такі вчені, як К. Маркс, А. Маршал, Д. Рікардо, У. Петі, П. Самуельсон, А. Сміт, І. Фішер, Д. Хикс та ін. Питання оптимізації структури капіталу підприємства висвітлені в працях Дж. Бейкера, С. Майерса, а також російськими ученими І. Бланком, В. Грачовим, В. Ковальовим, Ю. Воробйовим та вітчизняними вченими П. Круш, І. Лук'яненко, О. Мендрул, О. Терещенко, І. Школьник та ін.

Метою дослідження є оцінка впливу динаміки структури капіталу на фінансово-економічні результати діяльності підприємства гірничо-металургійного комплексу України та опрацювання відповідних практичних рекомендацій для умов перспективної діяльності підприємства (на прикладі ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат»). Досягнення даної мети потребує виконання наступних завдань: аналіз формування власних і запозичених ресурсів підприємства; розробка та обґрунтування механізму формування структури капіталу підприємства гірничо-металургійного комплексу; розробка заходів щодо оптимізації структури капіталу підприємства.

Практика показує, що не існує єдиних рецептів ефективного співвідношення власного і запозиченого капіталу. Під час визначення структури капіталу перед управлінцем постає питання вибору між «прибутковістю» та «незалежністю». Цей вибір потребує компромісу та найоптимальнішого співвідношення цих понять. Адже зростання частки позикового капіталу підвищує фінансовий ризик, але в той же час може забезпечити зростання доходності на власний капітал, рентабельності власного капіталу та величини прибутку [2]. Існує багато підходів до поняття оптимізації структури капіталу і багато прийомів їх здійснення.

Для того щоб оптимізувати структуру капіталу, треба визначити середньозважену його вартість, що складається із вартості власного і залученого капіталу. Для визначення об'єму залучення тих або інших ресурсів необхідно проаналізувати їх переваги і недоліки. Принципова відмінність власного і позикового капіталу – різна необхідна прибутковість, що пов'язане з різним рівнем ризику для власників цього капіталу [3]. Також проводиться оптимізація співвідношення власного і залученого капіталу, мінімізація середньозваженої вартості його для отримання найбільшого прибутку. Для такої оптимізації аналізується спочатку фактична ситуація на підприємстві, вартість залучення коштів, визначаються резерви зростання рентабельності [4].

То ж основними заходами по оптимізації структури капіталу є: по-перше, введення системи контролінгу, що поліпшить оперативне реагування на різні ситуації ринку; по-друге, це збільшення чистої ринкової вартості активів, шляхом випуску акцій; по-третє, це безпосередньо оптимізації (вибір стратегії) за трьома методами і, по-четверте, це управління дебіторською заборгованістю.

Оптимізація структури капіталу підприємства проводиться трьома основними методами: 1) на основі максимізації фінансової рентабельності; 2) на основі мінімізації вартості капіталу підприємства; 3) з позицій мінімізації рівня фінансового ризику.

1. *Оптимізація структури капіталу за критерієм максимізації рівня фінансової рентабельності.* Ця оптимізація проводиться на основі ефекту фінансового лівериджу [1, с. 185]

$$E\Phi L = (1 - C_{\text{III}}) \cdot (KBP_A - P_k) \cdot \frac{3K}{BK} \quad (1)$$

де EΦL – ефект фінансового лівериджу;  $C_{\text{III}}$  - ставка податку на прибуток;  $KBP_A$  – коефіцієнт валової рентабельності активів, % (відношення валового прибутку до середньої вартості активів);  $P_k$  – середній розмір відсотків за кредит; 3K – сума залученого капіталу; BK – сума власного капіталу.

2. *Оптимізація структури капіталу за критерієм мінімізації вартості.* Процес цієї оптимізації заснований на оцінці вартості власного капіталу за різних умов його залучення (попередні три варіанти) і здійснення багатоваріантних розрахунків середньозваженої вартості капіталу за формулою [1, с. 217]

$$C3B = \sum_{i=1}^n B_i \cdot P_{B_i} \quad (2)$$

де C3B - середньозважена вартість капіталу підприємства;  $B_i$  - вартість певного елемента капіталу;  $P_{B_i}$  - питома вага певного елемента капіталу в загальній сумі. Критерієм відбору певної структури капіталу є мінімальне значення його середньозваженої вартості.



3. *Оптимізація структури капіталу по критерію мінімізації рівня фінансового ризику.* Цей метод оптимізації структури капіталу пов'язаний з процесом диференційованого вибору джерел фінансування різних складових частин активів підприємства. Для цього всі активи створюваного підприємства підрозділяють на такі групи: позаоборотні активи; постійна частина оборотних активів; змінна частина оборотних активів - це варіююча частина оборотних активів, яка пов'язана із сезонним зростанням обсягів реалізації [5, с. 112].

Існують три принципових підходи до фінансування різних груп активів створюваного підприємства:

1 - консервативний підхід; 2 - помірний або компромісний підхід; 3 - агресивний підхід.

Залежно від свого відношення до фінансових ризиків засновники створюваного підприємства обирають один з розглянутих варіантів фінансування активів.

Одним із можливих напрямків є створення певного фонду підприємства, який буде спрямований на інноваційний розвиток. Також можливим є збільшення не фінансової складової капіталу, а нематеріальних.

При об'єднанні з певними науковими центрами, може виникнути взаємодія, що дозволить, при оптимізованій структурі капіталу досягти нових горизонтів, як економічних, так і технологічних.

Отже, оптимізація структури капіталу, що має важливе значення для підприємств гірничо-металургійного комплексу України, повинна включати такі заходи:

введення системи моніторингу, яка забезпечувала б спостереження за підконтрольними показниками, що характеризують фізичну, фінансову та інтелектуальну складові капіталу; щоб слідувала за кон'юнктурою ринку тощо;

збільшення обсягу залученого капіталу не за рахунок кредитування, а за рахунок розповсюдження акцій підприємства;

введення системи контролінгу за показниками капіталу;

підвищення дебіторської дисципліни.

Напрямок подальших досліджень є визначення впливу факторів ризику на структуру капіталу в кризових умовах розвитку ринкової економіки.

#### *Список літератури*

1. **Бланк И.А.** Управление формированием капитала / И.А. Бланк. – К.: «Ника-Центр», 2000. – 512 с.
2. **Литовченко О. Ю.** Оптимізація структури капіталу як складова стратегії забезпечення фінансової безпеки підприємства/ О.Ю. Литовченко // Вісник економіки транспорту і промисловості – 2010. – № 29. – С.25-30
3. **Семенов А.Г.** Методи оптимізації структури капіталу/ А.Г. Семенов, С.А. Король // Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво, 2011. – №2. – С. 181-188.
4. **Серета О.О.** Методи регулювання структури капіталу підприємства/ О.О. Серета// Економіка и управление. – 2013. – С. 133 – 139.
5. **Яремко І. Й.** Управління капіталом підприємства: економічний і фінансовий інструментарій: [монографія] / І. Й. Яремко. – Львів: Каменяр, 2009. – 176 с.

УДК 622.88

Л.В. КАДОЛ, канд. техн. наук, доц., С.Д. СЕРДЮК, магістрант  
Криворізький національний університет

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ НА ПРИКЛАДІ КАР'ЄРІВ МІСТА КРИВОГО РОГУ**

Розглянуто питання рекультивованих земель.

**Присянівський кар'єр.** Перші згадки про каолінових глинах в районі Присяна також пов'язані з ім'ям В.А. Домгер, який писав: «...крім того, тут є поклади білої глини в 3 місцях: в балках Киричковоє, Десятерікової і Москальцевої, в самому селі відкрито кар'єр для Катерининської залізниці у білій породі.» У 1998 р. в одному з відпрацьованих кар'єрів родовища створено ландшафтний заказник «Вершина». У уступах кар'єра можна спостерігати різні

типи кори вивітрювання, розвинені по ультра метаморфічним породам докембрію, зональність кори вивітрювання [1,2].

**Стародобровільський кар'єр.** Старий, добре збережений мальовничий кар'єр в південній частині м.Кривого Рогу, в якому на початку минулого століття добувалася багата залізна руда. У стінках кар'єру, розташованого в межах Лихманівському синкліналі, оголюються перший і другий сланцевий і залізисті горизонти Саксаганської свити.

**Токовський кар'єр.** Відпрацьований кар'єр характеризує фрагмент родовищ високоякісних рожевих облицювальних гранітів, розроблених з 1932 р. Токовському гранітами облицьовані будівлі Києва, Санкт-Петербургу, станції Московського метрополітену та Набережна в Москві, будинку багатьох європейських міст. Поруч з кар'єром мальовничий каньйон і водоспад, утворені р. Кам'янкою в Токівському гранітах.

**Басанський кар'єр.** Характеризує стратиграфічний розріз найбільшого Нікопольського родовища марганцю, різноманітність фаціальних обстановок і багатство моллюскових комплексів, що дозволяють здійснити детальне розчленування неогенових для палеогену відкладень регіону [1].

**Покровський кар'єр.** Один з небагатьох кар'єрів Нікопольського родовища марганцю, закладений в шостий надзаплавної терасі Дніпра.

Алювій тераси заміщає морської розріз неогену і залягає безпосередньо на борісфенській свиті олигоцену, що вміщає карбонатні марганцеві руди. У базальній частині тераси часто зустрічаються кістки великих ссавців і залишки їх скелетів, серед яких: *Bison priscus*, *Equus equus*, *Elephas sp.*, *Ursus spelacus*, *Cervus sp.* та ін.

**Кар'єр Визирка.** У мальовничому старому кар'єрі в долині р. Інгульця, на південь від м.Кривого Рогу, знаходиться лектостратотип сарматського ярусу, а також виходить на поверхню опорний розріз олигоцену з пластом марганцевої руди і верхи еоцену в своєрідних фаціях.

У кар'єрі також можна спостерігати цілики багатой залізної руди, скорочений розріз понтичного ярусу, багату викопну фауну.

Крім того, кар'єр використовується як рекреаційна зона. На рисунку 3 представлений вид Візирського кар'єру.

**Кудашевський кар'єр.** Подібно Токовському, граніти Кудашівського масиву є високоякісним облицювальною сировиною і вельми високо цінуються на ринку. Кудашевський масив, фрагмент якого розкривається кар'єром, займає центральну частину однойменної купольної структури, яка належить східній частині Демуринаського підняття.

У кар'єрі переважають сірі та рожево-сірі порфіровидні, двополево-шпатових граніти і гранодіорити з тілами аплітів і пегматитів.

У 1961 р. в кар'єрі здобутий моноліт вагою 750 т, з якого виготовлено пам'ятник К.Марксом в Москві.

На рис. 4,5 представлено вид Кудашевського кар'єру [3,4].

Отже, кар'єри великі і маленькі, прості місцеві глинища і багатоуступні гіганти є не тільки ранами на тілі Землі, що створюють екологічні проблеми, а й є потужними джерелами інформації, постачальниками доступного для досліджень фактичного матеріалу, необхідного для освітніх і наукових цілей, а також для розвитку науково - пізнавального туризму з метою популяризації об'єктів геологічної спадщини.

### *Список літератури*

- 1 . Геологічні пам'ятки Дніпропетровщини у природному середовищі та житті людини . // « Січеславщина » , Вип.4 - Д , 2002.- С.5 - 31.
- 2 . Геологічні пам'ятки України . Geological landmarks of Ukraine . Колектив авторів , у трьох томах , укр . та англ. мовами . - К . , ДА , 2006 - т. 1 , - 320 с . , 2007 : - т. 2 - 320 с .
- 3 . Геологічні пам'ятки природи України : Вивчення , Збереження та раціональне Використання . В.П. Грищенко , А.А. Іщенко , О.О. Русько . / К. НАН України , 1996.- 60с .
- 4 . Історичний огляд вивчення геологічної спадщини в Україні // Матеріали Робочого наради Російської групи ProGEO , Міас, 2007.- С.47 - 49 .

## СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ПІДПРИЕМСТВ В УМОВАХ ПЕРЕХІДНОЇ ЕКОНОМІКИ

В умовах ринкової економіки сьогодні спостерігається надходження коштів з боку приватних підприємців до благодійних фондів, які пов'язані з соціальними потребами суспільства. Дане явище підтримує державний апарат, оскільки це спосіб зменшити «дірки» в бюджеті країни. На відміну від держав пострадянського простору благодійність з боку підприємців в країнах Європи та Америки несе двосторонні вигоди як для держави, так і для даного підприємця [1]. Розглянемо їх більш детально.

Переваги благодійності для приватних підприємців: надання пільг з боку державного апарату щодо оподаткування прибутку; налагоджування відносин з державним апаратом; підтримка приватного сектору, що підвищує розвиток економіки; добровільна допомога суспільству сприяє підвищенню престижу компанії з боку населення даного регіону; підвищення ліквідності активів фірми.

Переваги благодійності для державного сектору: зменшення «дірок» у бюджеті на соціальну сферу; можливість направити заощаджені кошти на розвиток економіки або промисловості; активність приватного сектору до благодійності є позитивною тенденцією розвитку країни, що приваблює нових інвесторів; підвищення розвитку економіки.

У країнах заходу держави намагаються сприяти зростанню приватного сектору, оскільки це збільшує надходження до бюджету країни та кількість робочих місць. Тобто несе тільки позитивні наслідки. Дане масове збільшення приватного сектору характеризується тим, що державний апарат заінтересований у його розширенні.

Це характеризується тим що: надаються пільги для починаючих підприємців; при здійсненні благодійних внесків зменшується податок на прибуток фірми, що надає даній фірмі економічну вигоду.

Але, на території пострадянських країн спостерігається наступне: відсутність пільг з боку держави у разі надання благодійності; примушування державою підприємств до надання благодійності; масове оподаткування прибутку підприємців що призводить до не доцільності ведення бізнесу на території даної країни [2,3].

Ці фактори перешкоджають розвитку приватного сектору країни, що, у свою чергу, характеризується: зменшенням грошових надходжень до бюджету; відсутністю достатньої кількості робочих місць, сприятливого середовища для нових інвесторів; зменшенням вільної конкуренції, що може призвести до монополії; зменшенням або відсутністю економічного розвитку країни та технологічних нововведень.

У країнах Європи застосовується практика, яка дозволяє підприємству при здійсненні благодійного внеску отримати податкові пільги. Але в пострадянських країнах подібних пільг не передбачено. Тобто державний апарат рекомендує підприємствам вкладати кошти в благодійність майже примусово, що в свою чергу схоже з варварською політикою рекету в 90-х роках. Такі відносини пригнічують розвиток підприємства. Тому масово відбувається ситуація, коли підприємці намагаються вивести свій капітал за межі даних країн для збереження статків.

Найбільшою причиною відсутності або низького економічного розвитку пострадянських країн, у випадку України є не ефективна робота державного апарату, що не зацікавлений в перспективі розвитку приватного сектору. Це буквально підштовхує країну до все більшого дефіциту бюджету та масових фінансових труднощів для населення [4].

Подібна політика державного апарату перш за все характеризується недбальством розподілу та перерозподілу ресурсів, поганою роботою соціального апарату, не ефективністю податкової системи.

Соціальну відповідальність для фірми можна розглядати з двох сторін - внутрішньої і зовнішньої.

М.М. ЛИЗУНЕНКО, преподаватель, Горный техникум  
Криворожский национальный университет

## **ПУТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Развитие современного машиностроительного комплекса независимо от отрасли и производимой продукции, требует реализации инновационных программ, обеспечивающих возможность создания современного оборудования, отвечающего современным требованиям внутреннего и внешнего рынка.

Машиностроительные предприятия относятся к наиболее организационно сложному сегменту предприятий-производителей, которые требуют планомерного развития процесса реформирования инновационной политики, обеспечивающей в конечном итоге при ее реализации высокий уровень технико-экономических показателей на достаточно удаленную перспективу.

Выполненные исследования и анализ полученных результатов показывает, что инновационный процесс в машиностроительных предприятиях должен реализовываться как целевая программа, которая предусматривает поэтапное решение стоящих задач по совершенствованию технологической базы предприятия, с широким использованием комплекса технических, технологических и финансовых средств.

Для повышения эффективности промышленного производства и создания благоприятного локального инвестиционного климата, необходимо проведение комплексного аудита, предусматривающего анализ современного состояния исследуемого объекта. Этот аудит должен обеспечивать объективную оценку фактического положения дел на предприятии и, соответственно, возможность принятия адекватного решения по его модернизации.

К основным показателям, определяющими виды, объемы и порядок инновационного развития предприятия машиностроительной отрасли следует отнести:

использование современных технических решений с учетом имеющегося технологического парка предприятия и возможностью его развития;

уровень производительности труда на всех этапах промышленного производства;

техническая оснащенность рабочих мест, как на основных так и на вспомогательных операциях;

использование компьютеризированных и роботизированных систем снижающих трудоемкость и материалоемкость промышленного производства;

формы научной организации труда с учетом специфики и конъюнктуры выпускаемой продукции;

условия для модернизации оборудования и реорганизации технологического парка;

технологические звенья производства, требующие объективно установленных объемов инвестиций.

Особую роль в определении перспектив производства продукции машиностроительными предприятиями является использование результатов рыночных испытаний. Сложность использования этого критерия заключается в высокой материалоемкости и трудоемкости производимой продукции, особенно при производстве ее в ограниченных объемах. Вместе с тем, производство опытных партий продукции для рыночных испытаний позволяет не только определить потенциальных потребителей, но и учесть их специфические требования к производимой продукции, а значит в перспективе решить проблемы реализации и пути совершенствования с учетом условий эксплуатации.

Объективный анализ информации, полученной по результатам рыночных испытаний, позволяет определить регламент протекания инновационных процессов. Кроме того, это позволяет определить круг предприятий-субподрядчиков, интеграция которых в процесс промышленного производства позволит получить высокий уровень рентабельности, особенно при изготовлении конструктивно-сложных изделий.

Завершающим подготовительным этапом, основанным на результатах рыночных испытаний, является подготовка производственных мощностей к выпуску выбранного сортамента

продукции. Особенностью этого этапа и связанного с ним инновационных процессов является то, что должна быть учтена возможность производства продукции при интеграции с передовыми национальными и зарубежными машиностроительными предприятиями.

УДК 658.5: 622.271

В.Ю. КОРОТКИЙ, аспірант, Криворізький національний університет

## **РЕСУРСНИЙ НАЦІОНАЛІЗМ У ВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ: ЗАГРОЗА ЧИ ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ?**

Суттєвий природно-ресурсний потенціал нашої держави за умов його раціонального використання протягом найближчих десятиліть зможе забезпечувати Україні конкурентні переваги та надавати перспективи для її співпраці з розвиненими країнами, особливо з тими, природні ресурси яких менш значні або більш вичерпані. Це спонукає як уряд України, так і національний бізнес орієнтуватись на залучення іноземних інвестицій, збільшуючи відкритість економіки та дерегулювання умов торгівлі, в тому числі - природними ресурсами. Разом з тим, останнім часом у світі все більшого поширення набуває концепція ресурсного націоналізму, яка передбачає необхідність посилення контролю з боку суспільства та держави над використанням природних ресурсів. Ресурсний націоналізм проявляється у формі посилення контролю за участю іноземних компаній у розробці природних ресурсів, збільшенні ролі державної власності в цій сфері, і навіть експропріації та націоналізації шахт і свердловин у випадку, якщо розробка ресурсів не вкладається в обумовлені терміни (т.зв. принцип «use it or loose it»). [2]

Аналітики компанії «Ernst&Young» визначають ресурсний капіталізм як ризик №1 для світової гірничодобувної промисловості на 2012-2013р.р.: «Націоналізація ресурсів залишається на першому місці в рейтингу ризиків. У багатьох країнах світу уряди вже не обмежуються тільки інструментами оподаткування у своєму прагненні отримувати більше доходів від цих галузей, вводячи такі вимоги, як обов'язкове збагачення сировини, податки на експорт та обмеження частки іноземної власності» [1]. Збільшення податків та зборів на видобуток або експорт найважливіших корисних копалин останнім часом відбулось в переважній більшості добуваючих країн, зокрема - в Австрії (введення 30% податку на залізну руду та вугілля), в Канаді, Китаї, Бразилії, Індії, Перу.[6] В Індонезії держава прагне збільшувати свою участь в добуванні корисних копалин та активніше контролювати використання природних ресурсів. З цією метою в 2012 р. прийнято закон, який зобов'язує іноземні компанії протягом десяти років продати 51% акцій індонезійським компаніям. «Ми хочемо, щоб доходи від природних ресурсів країни діставалися всім індонезійцям», заявив Міністр енергетики та мінеральних ресурсів країни Тамрін Шіт[4]. Все більше проявляється ресурсний націоналізм в країнах Африки. Більш жорсткі умови співпраці для нафтодобувних компаній висувають Нігерія, Лівія, Алжир. Переглядають умови ліцензійних угод на предмет збільшення активної участі державних компаній та стимулювання економічного розвитку національних держав за рахунок підвищення рівня переробки первинної сировини в межах країни Конго та Ботсвана [5].

Яка ж ситуація в Україні? Ключовими підприємствами гірничодобувної промисловості з видобутку та переробки залізних руд і флюсової сировини на сьогодні є:

з видобутку підземним способом - ПАТ «Кривбасзалізрудком», ПАТ «Євраз Суха Балка» та ін;

з видобутку відкритим способом - ПАТ«Південний ГЗК», ПАТ«Центральний ГЗК», ПАТ Північний ГЗК», ПАТ«Інгулецький ГЗК» та ін.

Всі разом вони в 2010 р. виробили товарної залізної руди 13,6 млн т, товарного концентрату 29,5 млн т, підготовлено металургійної сировини (агломерату і окатишів) - 31,2 млн т.

За даними Державного агентства з розвитку інфраструктури фондового ринку [3], переважна більшість власників акцій цих підприємств – зарубіжні компанії, зареєстровані на Кіпрі та в Нідерландах. ПАТ«Кривбасзалізрудком» має 99,8% акцій у власності іноземних акціонерів, ПАТ «Євраз Суха Балка» - 99,7, ВАТ «Південний ГЗК» - 92,5, ПАТ «Центральний ГЗК» - 99,3 і т.д.

Очевидно, що в цій ситуації Україна має докласти максимум зусиль для створення сприятливих умов для бізнесу в межах держави та стимулювати повернення капіталів в національну економіку. Тільки за такої умови можна запобігти залежності, стати рівноправним гравцем на світовому ринку металомісткої продукції та одночасно захистити національні інтереси і зберегти наявний ресурсний потенціал для майбутніх поколінь.

УДК 338.48

Є.А. ФАЛЬКО, аспірант, Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

## **ВПЛИВ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇН**

Туризм - важлива складова економіки багатьох держав, яка забезпечує зайнятість місцевого населення, завантаження готелів, ресторанів, видовищних заходів, надходження іноземної валюти. Внутрішня економічна природа туризму передбачає, що турист неодмінно повинен залишити свої гроші у відвідуваній ним країні або місцевості. Туризм заснований на експлуатації місцевих туристських ресурсів, а натомість місцевість або країна повинні отримати дохід. Тому турист не має права отримувати заробіток з будь-якого джерела в місцевості або країні, яку він відвідує. Імміграційні служби держави стурбовані проблемою обмеження припливу робочої сили і, як правило, дозволяють найм іноземних робітників тільки у випадку гострої нестачі власних трудових ресурсів або відсутності фахівців належного профілю, здатних виконувати важкі, шкідливі, брудні та інші роботи на основі спеціальної ліцензії. Тому туристам категорично не дозволяється працювати з метою заробітку, що вказується в усіх дозвільних документах на в'їзд (візах). Наприклад, в австралійській візі міститься чіткий напис: «Без права оплачуваної роботи або навчання».

Цей принцип також виконується і для ділових туристів, оскільки вони отримують грошове забезпечення у своїй країні, або за місцем роботи, і, отже, привозять гроші в країну перебування. Крім того, діловий туризм досить прибутковий. Туристи-бізнесмени витрачають гроші в таких поїздках у 3-4 рази більше, ніж туристи інших категорій.

Л.П. Дядечко виявив характерні властивості і функції туристичного бізнесу як складової економічного комплексу країни:

туристичний бізнес має свою індустрію виробництва і надання послуг туристам;

створює туристичні послуги, формує турпродукт і здійснює їх реалізацію;

формує ринок туристичних послуг різного рівня комплексності;

виступає мультиплікатором росту національного доходу, валового внутрішнього (національного) продукту, зайнятості населення, розвитку місцевої інфраструктури і підвищення рівня життя населення;

є сферою, в якій дешево створюються робочі місця і забезпечується високий рівень ефективності й швидка окупність інвестицій;

виступає ефективним засобом охорони навколишнього середовища та історико-культури спадщини людства, що є матеріальною основою ресурсного потенціалу туризму, який утворює специфічну сферу діяльності;

сумісність практично з усіма сферами, галузями і видами діяльності людини;

має переваги в інтеграційних і глобалізаційних процесах, що відбуваються у світовому просторі [1, с. 18].

Вплив туристичного бізнесу на стан та розвиток сучасної економіки є багатобічним і здійснюється багатьма шляхами і напрямками. До економічних вигод міжнародного туризму відносяться вклад туризму у платіжний баланс, збільшення валютних надходжень країни, генерація інвестиційних коштів, покращення економічної структури, стимулювання підприємницької діяльності. Туристичний бізнес можна розглядати як фактор зміни структури місцевого споживання за рахунок зміни асортименту, цін, якості товарів та послуг, поштовх для розвитку периферійних регіонів, засіб підвищення зайнятості населення та кваліфікації робітників, що обслуговують туристів, покращення розміщення та інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, раціоналізації використання природних ресурсів. Крім того, з одного боку, туризм впливає

на формування міждержавних відносин, доповнюючи, а в ряді випадків, змінюючи їх. З іншого боку, він впливає на внутрішню політику країни.

#### *Список літератури*

1. Дядечко Л.П. Економіка туристичного бізнесу : [навч. посіб.] / Л.П. Дядечко. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 224 с.

УДК 338.48

Є.А. ФАЛЬКО, аспірант, Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

### **АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНИХ СУБФУНКЦІЙ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ**

Основні економічні субфункції туризму з точки зору його впливу на національне господарство досить детально розглянув у своїх роботах М. Кабушкін (виділяючи їх однак як функції) та, використовуючи принцип системного підходу до аналізу туризму як системного явища, доповнила Т. Ткаченко.

Підприємства, що працюють у туристичній галузі, виконують виробничу субфункцію, виробляючи нові продукти і тим самим сприяючи створенню доданої вартості в економіці. Т. Ткаченко у своїх працях окремо виділяє економічну розподільчу субфункцію, яка полягає у процесі перерозподілу структури сукупного суспільного продукту та національного доходу в сферу послуг туризму. Безпосередньо із створенням доходу пов'язана й інша, відокремлена субфункція – комерційна, яка полягає в тому, що туризм є засобом акумулювання значного за обсягом капіталу [1, с. 76].

Створення доходу в туризмі сприяє збільшенню валового національного продукту (ВНП). Вклад туризму в ВНП розраховується як оцінка витрат внутрішніх та зарубіжних туристів за поточними цінами за виключенням вартості товарів та послуг, що були спожиті туристичним сектором. Платежі, що здійснюються туристами в приймаючій країні, є джерелом валютних надходжень. Величина ВНП приймаючої країни складається з даних платежів за виключенням вартості обслуговування туристів. Для країн, що не мають достатньо розвинутої індустрії внутрішнього туризму, цей показник є дуже важливим. У країнах з достатньо диверсифікованою структурою економіки туристичний сектор незначно впливає на формування ВНП. Це відноситься в основному до всіх розвинутих та багатьох країн, що розвиваються [2, с. 52].

Туристські продукти найчастіше мають вигляд нематеріальних товарів, для виробництва яких необхідним є персонал. Оскільки туристична галузь сильно персоніфікована, важливою соціально-економічною субфункцією туризму є забезпечення зайнятості населення. Туристичний бізнес як джерело зайнятості дуже важливий в регіонах з обмеженими альтернативними джерелами зайнятості, а це в основному відноситься до непромислових районів, з дефіцитом природних ресурсів. Кількісне зростання кадрів у туристській галузі може бути припинено тільки в результаті впровадження технічних розробок. Технічні засоби полегшують діяльність, але не можуть замінити особисте спілкування з туристом. Туризм прямим або непрямим чином сприяє зайнятості населення. Прямий ефект забезпечення зайнятості в туризмі означає, що населення отримує робочі місця безпосередньо в туристичних підприємствах – головним чином, у готельних, транспортних підприємствах і туристичних бюро. Оскільки туризм створює ефект зайнятості і в інших галузях економіки, можна говорити про непрямий ефект зайнятості [3, с. 14].

Дуже часто розвиток туристичної сфери вимагає вкладення значних коштів, які у країнах, що розвиваються, реалізуються в основному у формі прямих іноземних інвестицій. Таким чином здійснюється субфункція стимулювання інвестиційних потоків, яка в роботах Т. Ткаченко отримала назву відтворювальної, оскільки, на думку автора, необхідність підтримування наявних туристичних об'єктів у належному стані та створення нових мотивує підприємців і представників органів влади щодо інвестування коштів на реставрацію пам'яток історії та культури, природоохоронні заходи, освітянську та виховну роботу. Відновлюється матеріальна база туризму, зберігається культурна спадщина народів і забезпечується участь туристичного бізнесу у відтворювальному процесі матеріальних благ.

#### *Список літератури*

1. **Ткаченко Т.І.** Сталий розвиток туризму: теорія, методологія, реалії бізнесу: Монографія. – К.: Київ.нац.торг.-екоп.ун-т, 2006. – 537 с.
2. **Дубенюк Я.А.** Розвиток світового ринку туристичних послуг: Дис. на здобуття наук. ступ. к.е.н. / Я.А. Дубенюк. – Донецьк, 2007. – 281 с.
3. International Tourism: A Global Perspective. World Tourism Organization in Cooperation with WTO Education Network at University of Hawaii at Manoa, USA, University of Calgary. Canada, James Cook University, Australia // CHUCK Y.GEE, Eduardo FAYOS-SOLA, 406 p., 1997

УДК 658.5.012.1

В.Я. НУСІНОВ, д-р економ. наук, проф., Т.В. СЕМЕНЯКА, аспірант  
Криворізький національний університет

## **ВПЛИВ РИТМІЧНОСТІ НА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА**

Результати роботи підприємства аналізують за показниками, що характеризують усі сторони його діяльності. До основних з них відносять виручку від реалізації готової продукції, собівартість реалізованої готової продукції, величину витрат та доходів від операційної інвестиційної і фінансової діяльності та інші. Тобто всі ті показники, які в кінцевому результаті формують прибуток (збиток) підприємства.

На величину вищезазначених показників роботи підприємства впливають багато факторів, основними з яких є обсяг реалізації прибутку, асортимент продукції, витрати на виробництво, ціна реалізації продукції, чисельність та склад персоналу підприємства, продуктивність праці, стан матеріально-технічної бази підприємства, фондівіддача тощо. У сучасній економічній літературі вплив цих факторів на результати роботи підприємства детально досліджений, але не приділено достатньої уваги такому чиннику як ритмічність.

Ритмічність діяльності підприємства представляє собою найважливіший принцип організації виробничого процесу та процесу реалізації, які передбачають систематичне виконання всіма підрозділами підприємства плану з випуску і реалізації готової продукції відповідного асортименту і якості.

Кожне підприємство повинно намагатися підвищити ритмічність своєї діяльності, оскільки це сприятиме покращенню усіх показників його роботи. Так, при постійному дотриманні планів з виробництва готової продукції підприємство повністю використовує свої виробничі потужності, уникає простоїв, підтримує запланований рівень витрат, ефективно використовує основні та оборотні засоби, а також забезпечує ритмічність реалізації продукції.

Загалом, ритмічність реалізації продукції, суть якої полягає у своєчасному та повному відвантаженні готової продукції покупцям та отриманням виручки від реалізації прямо пропорційно залежить від ритмічності виробництва, а також є визначальним фактором, який впливає на кінцеві результати роботи підприємства, такі як виручка від реалізації готової продукції та прибуток.

Неритмічне виробництво і реалізація продукції є свідченням того, що підприємство має проблеми, як в організації виробничого процесу, так і в збуті своєї продукції. Постійне недовиконання планів з виробництва готової продукції може бути зумовлене наступними причинами:

- відсутністю сировини і матеріалів, що може свідчити про складні відносини з постачальниками, затримки платежів;

- відсутністю кваліфікованого персоналу, що вказує на неефективну кадрову політику підприємства;

- застарілим обладнанням, що свідчить про низьку інвестиційну діяльність підприємства, небажання розвиватися та технічно прогресувати;

В свою чергу постійне перевиконання планів з виробництва може вказувати на неточне планування, виробництво продукції невідповідної якості та асортименту або високої за ціною, надмірну кількість працюючих та наявність зайвого обладнання.

Зовсім іншого погляду потребує дослідження ритмічності реалізації готової продукції в аспекті перевиконання планів з реалізації. Постійне перевиконання планів з реалізації забезпечує отримання додаткового прибутку та свідчить про ефективну збутову політику підприємства.



Отже, дослідивши наскільки ритмічно працює те чи інше підприємство у сфері виробництва та реалізації готової продукції можна зробити висновки про такі показники його роботи, як виручка від реалізації готової продукції, рівень матеріально-технічного забезпечення, кадровий потенціал тощо.

УДК 658

Є.В. МІЩУК, О.М. МОЛОДЕЦЬКА, кандидати економ. наук, доц.  
КЕІ, Криворізький національний університет

## **ПРОБЛЕМИ УРАХУВАННЯ ВАРТОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ДОЦІЛЬНОСТІ ІНВЕСТУВАННЯ**

Останнім часом інтелектуальний капітал став об'єктом досліджень багатьох закордонних науковців, серед яких: Н Бонтіс, Е. Брукінг, Т. Давенпорт, П. Друкер, Л. Едвінссон, М. Мелоун, Л. Прусак, П.Саліван, К.-Е. Свейбі, Т. Стюарт, Х. Текеучі та ін. Суттєвий внесок у наукові дослідження стосовно інтелектуального капіталу зробили українські вчені Д. Богиня, О. Бутнік-Сіверський, В. Геєць, О. Грішнова, О. Кендюхов, Я. Крупка, А. Чухно та інші. Визначаючи значущість наукових розробок вчених, більшість їх робіт присвячена сутності інтелектуального капіталу, аналізу його складу, ролі та місця в сучасній економіці. Для подальших досліджень у напрямку визначення кількісних взаємозв'язків інтелектуального капіталу з іншими видами капіталу необхідно, насамперед, визначитися з методикою оцінювання вартості інтелектуального капіталу. Відмітимо, що нині налічується близька п'ятдесяти методів кількісної оцінки інтелектуального капіталу. Їх розширений перелік та короткий зміст наведені на сайті науковця К.-Е.Свейбі, який вніс вагомий вклад у дослідження інтелектуального капіталу. Водночас на підставі існуючих методик, сучасними дослідниками розроблено ряд удосконалених та модифікованих показників оцінювання інтелектуального капіталу. Вибір того чи іншого методу (показника) залежить від цілей та задач дослідження. На наш погляд, для більшості відповідних задач, які постають перед вітчизняними підприємствами, оцінка інтелектуального капіталу повинна бути інтегральною. Зокрема, доцільно виділити окремі складові інтелектуального капіталу, оцінити їх у грошовому вираженні та використати при узагальненій оцінці за допомогою одного інтегрального показника. При цьому відмітимо, що певні складові інтелектуального капіталу не можна одразу оцінити у вартісному вираженні: спочатку слід визначити їх величину в балах, а вже потім трансформувати у грошову форму.

Отже, визначена за допомогою інтегрального показника вартість інтелектуального капіталу повинна бути врахована при визначенні доцільності інвестиційних проектів. Відомий науковець Дж. Гелбрейт зазначав: «Долар, вкладений в інтелект людини, часто приносить більший приріст національного доходу, ніж долар, вкладений в залізні дороги, греблі, машини та інші капітальні блага. Освіта стає високопродуктивною формою капітальних вкладень». У даному дослідженні нас цікавлять не інвестиції в інтелектуальний капітал, а реальні інвестиційні проекти, при обґрунтуванні доцільності яких необхідно враховувати вартість інтелектуального капіталу підприємства.

Відомо, що в сучасній практиці для обґрунтування доцільності інвестування використовуються такі показники, як чистий грошовий потік, індекс рентабельності, період окупності тощо. Наприклад, з двох реальних інвестиційних проектів обирається той, у якого більше чистий грошовий потік і коротше період окупності. Водночас очевидно, що інвестування супроводжується певними ризиками, негативний вплив яких може ускладнити (унеможливити) реалізацію запланованих у проекті заходів, що, своєю чергою, призведе до погіршення значень наведених показників. При цьому не враховується той факт, що на окремому етапі реалізації інвестиційного проекту, можуть бути залучені ті чи інші складові інтелектуального капіталу, в результаті використання яких ризики можна попередити, нівелювати, мінімізувати чи ліквідувати з найменшими втратами. У тому випадку, коли реалізація інвестиційного проекту відбуватиметься за планом, більш повне використання інтелектуального капіталу сприятиме покращенню у порівнянні з прогнозними значеннями інших показників інвестиційного проекту.

Отже, вважаємо, що окрім традиційних та модифікованих показників ефективності інвестиційних проектів, слід додатково враховувати показник вартості інтелектуального капіталу, ступінь залучення якого у процес інвестування впливає на період окупності капітальних вкладень та інші економічні показники ефективності інвестицій.

УДК 657: 339.56

Я.О. ІЗМАЙЛОВ, канд. екон. наук, доц. КЕІ Криворізький національний університет

## ОСОБЛИВОСТІ ВІДОБРАЖЕННЯ В ОБЛІКУ ІМПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ

Порядок обліку імпортних операцій в Україні зазнає впливу змін нормативно-інструктивної бази. Чинним законодавством імпорт розглядається як купівля (у т.ч. з оплатою в негрошовій формі) українськими суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності в іноземних суб'єктів господарської діяльності товарів з ввезенням або без ввезення цих товарів на територію України, включаючи купівлю товарів, призначених для власного споживання установами та організаціями України, розташованими за її межами [1].

Для розрахунку з іноземними постачальниками за придбані товари рекомендується використання пасивного рахунку 632 «Розрахунки з іноземними постачальниками», за яким необхідно вести облік паралельно в національній та іноземній валютах.

В обліку необхідно чітко відстежувати суми іноземної валюти, що перераховані у вигляді авансів, і відокремлювати їх від проведення наступної оплати, для чого використовується субрахунок 371 «Розрахунки за виданими авансами». Аналітичний облік імпортних операцій може здійснюватись за кожним продавцем, за кожним платежем або за кожним видом валют.

Важливою особливістю операцій з імпорту є те, що витрати визнаються у іноземній валюті шляхом перерахунку в гривні із застосуванням валютного курсу, що діє на дату здійснення операцій і перераховується надалі у зв'язку зі зміною валютного курсу. Залежно від строків оплати товарів (робіт, послуг) виокремлюють імпорту на умовах передоплати та імпорту на умовах відстрочення оплати.

Бухгалтерський облік операцій в іноземній валюті здійснюється відповідно до П(С)БО 21, за яким курсова різниця - це різниця між оцінками однакової кількості одиниць іноземної валюти при різних валютних курсах [2]. Підхід до формування первісної вартості товарів, а також включення до складу витрат вартості імпортних робіт, послуг у бухгалтерському обліку залежить від того, яка подія при імпорті була першою – отримання товарів або оплата їх вартості.

Для прозорого відображення імпортних операцій в системі обліку запропоновано чітко визначений порядок відображення в обліку курсових різниць у імпортерів (рис. 1).



Рис. 1. Порядок відображення в обліку курсових різниць у імпортера

Отже, використання суб'єктами міжнародного бізнесу запропонованого порядку обліку імпортних операцій дозволить забезпечити повноту і достовірність облікової інформації.

#### *Список літератури*

1. **Закон України** «Про зовнішньоекономічну діяльність» від 16.04.1991 р. № 959-ХІІ, із змінами та доповненнями [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://www.zakon.rada.gov.ua/>.
2. **Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 21** «Вплив змін валютних курсів», затверджено Наказом Міністерства фінансів України від 10.08.2000р. № 93, із змінами та доповненнями [Текст] / Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/>.

### **Секція 7 - БУДІВНИЦТВО**

УДК 622.35: 624

С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., С.А. ФЕДОРЕНКО, ст. преподаватель  
Криворожский национальный университет,  
А.А. КРИВОРУЧКО, канд. техн. наук, доц.  
Житомирский государственный технологический университет

#### **СИСТЕМНЫЕ ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СТРОИТЕЛЬСТВА**

В результате проведенных исследований, изложенных в настоящей презентации, авторами была сделана попытка осуществления теоретического обобщения и решения проблемы разработки эффективной технологии добычи природного камня как попутного сырья в условиях действующих карьеров, что способствует повышению комплексности освоения месторождений, с одной стороны, и обеспечения строительства относительно дешевым, но исключительно высокодекоративным отечественным высококачественным облицовочным материалом – с другой. Решение этой проблемы имеет большое народнохозяйственное и социальное значение для Украины, поскольку без значительных дополнительных капитальных вложений позволяет существенно и относительно быстро улучшить экономические показатели горнодобывающих предприятий, сохранить рабочие места, снизить экологическую агрессивность горного производства.

Несмотря на исключительно высокую геологическую комплексность рудных месторождений Украины, в настоящее время показатели комплексности их освоения продолжают оставаться крайне низкими. Практическое использование попутного сырья в рудных карьерах ограничивается почти исключительно переработкой скальных вскрышных пород в щебень, несмотря на то, что среди этих пород многие соответствуют определению “природный камень”. Одной из главных причин такого состояния является отсутствие единого завершенного комплекса научно-практических разработок и рекомендаций по осуществлению попутной добычи этого вида сырья.

Для решения данной научной проблемы при выполнении исследований преимущественно и уже традиционно применялся комплексный метод, который включал: аналитические и экспериментальные методы изучения процессов деформирования и разрушения горных пород, экономико-статистический анализ применения технологий в гранитных и рудных карьерах, методы экономико-математической оптимизации для обоснования параметров технологии попутной добычи природного камня, статистические методы анализа геологической информации с обработкой ее на ЭВМ и др.

Однако, ввиду множественности объектов и факторов, а также сложности процессов, протекающих в горнопромышленных объектах, комплексный подход оказался непригодным для построения надежно адекватных технико-экономических моделей их функционирования и развития, на основании чего можно было бы разработать действенные алгоритмы управления этими сложно организованными динамичными системами, многоканально интегрированными в природные, производственные, экономические и социальные структуры. Особенно когда речь

идет о диверсификации продукции рудников вследствие целевой конверсии последних в направлении комплексного освоения месторождений.

В подобных условиях единственным выходом является переход на полностью системный подход в аналитике отмеченных комплексов, так как только он способен обеспечить эффективное управление ими в условиях характерной для нашего времени и ситуации неоднозначности.

Обоснованность и достоверность полученных научных выводов и разработанных на их основе рекомендаций подтверждается данными по 29 месторождениям природного камня, 10 железорудным карьерам, 3 карьерам марганцевых руд, 3 карьерам известняков и 4 щебеночным карьерам; корректностью применения современных методов аналитических и графических исследований, а также технико-экономического анализа, достаточной сходимостью результатов теоретических исследований с результатами опытно-экспериментальных испытаний, достаточным количеством лабораторных и натуральных экспериментов, позитивными результатами опытно-промышленной проверки и внедрения результатов работы.

УДК 666: 624

І.В. ХОРУЖЕНКО, магістр; В.І. АСТАХОВ, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

### **ВПЛИВ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК У СКЛАДОВИХ БЕТОНУ, ВИГОТОВЛЕНОГО З АЛЬТЕРНАТИВНОЇ СИРОВИНИ, НА ЙОГО МІЦНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Проблема ресурсозаощадження останнім часом набуває усе більшої актуальності. В будівельній галузі України єдиним реальним напрямком вирішення даної проблеми є залучення до продуктивного використання як альтернативної мінеральної сировини відходів виробництва і супутніх матеріалів видобутку руд підприємств гірничо-металургійного комплексу (ГМК). Але таке залучення значно ускладнюється характерними для цієї альтернативної сировини шкідливими домішками, вплив яких на характеристики будівельних виробів уточнювався представленими дослідженнями.

Як відомо, склад бетонної суміші повинен забезпечити задані властивості виробу: міцність, морозостійкість, водонепроникність тощо. Здавалося б, використання природних матеріалів з відходів ГМК не вимагає особливих технологічних прийомів. Проте, кожен з елементів майбутньої бетонної конструкції вимагає до себе пильної уваги – інакше отримати якісні, міцні та надійні бетони неможливо. Найменша помилка або недогляд може призвести до зниження якості бетону.

Для виготовлення бетону із заданими властивостями з відходів ГМК потрібно чітко підібрати оптимальні пропорції матеріалів, що входять до його складу. Але міцність бетону залежить не тільки від того, в яких кількостях взято його складові частини, велике значення має також якість таких вхідних матеріалів – крупного кам'яного заповнювача, піску, цементу, води.

Шкідливі домішки, що зустрічаються в заповнювачі з відходів ГМК, можна розділити на три групи: по-перше, забруднення – домішки, які перешкоджають нормальному процесу гідратації цементу, по-друге, домішки, що утворюють на поверхні зерен оболонки, які перешкоджають створенню доброго зчеплення між заповнювачем і цементним каменем, і, по-третє, окремі слабкі або дефектні зерна заповнювача. Весь заповнювач або його частина можуть виявитися також шкідливими при виникненні хімічних реакцій між ними і цементним каменем.

У якості крупного заповнювача використовується гравій або щебінь з відходів ГМК. У гірському гравію, зазвичай, містяться шкідливі домішки глини, пилу, піску, органічних речовин, сірчаних та сірчаноокислих сполучень, які за відповідних технологічних процесів можуть вступати у небажані хімічні реакції з іншими компонентами бетонної суміші, що призведе до погіршення властивостей бетону, до втрати міцності у кінцевому результаті. У річному, морському гравію шкідливі домішки практично відсутні.

Стосовно щебеню, то задля того, щоб забезпечити високу якість бетонної суміші, щебінь повинен бути чистим, не містити шкідливих домішок. У ньому повинно бути не більше 15% (по масі) зерен, що мають форму голок та пластинок. Крупний заповнювач для бетону не повинен вступати у

хімічну реакцію з речовинами, що містяться у цементі. Щоб зменшити вплив шкідливих домішок, заповнювач для бетону, перед використанням, промивають.

Природні заповнювачі з відходів ГМК, зазвичай, мають достатню міцність і опір зносу, але, незважаючи на це, можуть виявитися непридатними для бетону в тих випадках, коли вони містять органічні домішки, що перешкоджають гідратації. Органічні домішки в заповнювачі зазвичай є продуктами розпаду рослинних речовин, головним чином дубильної кислоти або її похідних, і зустрічаються у вигляді гумусу або органічного мулу. Органічні речовини частіше зустрічаються в піску, ніж у крупному заповнювачі, оскільки останній легко промивається.

Коригувати негативний вплив брудного або неякісного заповнювача на властивості бетону можна тільки шляхом підвищення витрати цементу, що взагалі є небажаним. Ще гірше, коли заповнювач містить органічні домішки. У цьому випадку процеси твердіння і формування майбутніх властивостей бетону можуть стати взагалі некерованими.

УДК 622.221

Л.М. КОВЕРНІЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Криворізький національний університет

## **УЗАГАЛЬНЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ РУДНОЇ ТА БУДІВЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ З УРАХУВАННЯМ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД**

При будівництві гірничих підприємств застосовується безліч різних варіантів розкриття родовищ рудної та будівельної сировини, нами ж пропонується побудова класифікації з урахуванням транспортних споруд. При заглибленні кар'єрів виникає проблема транспортування корисних копалин найкоротшим шляхом, тому там будуються мости та шляхопроводи.

Питанню створення класифікації присвячено праці багатьох вчених. Особливо слід зазначити роботи А.П. Зотова, який розрізняв розкриття горизонтальними, прямими і спіральними похилими траншеями, тупиковими заїздами, похилою, або вертикальною шахтою з квершлагами і штольнею. Подальшим розвитком цієї проблеми була класифікація П.Э. Зуркова. Він розрізняв способи розкриття простими, складними, крутими траншеями; підземними виробками, комбіновані й особливі (безтраншейні) способи розкриття. Є.Ф. Шешко запропонував нову класифікацію, у якій похилі траншеї розрізняються по числу уступів, що розкриваються, розрізняє траншеї окремі, групові, загальні, парні; включає розкриття безтраншейне, підземними виробками і комбіноване, але не відображує форму траси траншеї (тупикова, петльова, спіральна) і нечітке розходження групової і загальної траншеї, то як траншея в міру заглиблення проходиться на кожен горизонт і ми маємо справу з системою траншей, а не з однією.

В.В. Ржевский запропонував класифікацію, що деталізувала класифікацію Є.Ф. Шешко за основними ознаками. Роботи С.М. Шорохова довели доцільність включення в класифікацію способів розкриття за допомогою земляних споруджень (гребель, перемичок і т.д.). Автор вважає, що основними ознаками класифікації наявних способів розкриття є наявність, тип і взаємне розташування виробок і споруджень. За цією ознакою можна виділити п'ять груп способів розкриття: наземними гірничими виробками; підземними; за допомогою земляних споруджень; за допомогою вантажопідйомних пристроїв; комбіноване розкриття.

Другою ознакою класифікації може слугувати взаємне розташування системи траншей у просторі. За цією ознакою застосовують наступні способи розкриття:

поступальними (спіральними) з'їздами, коли при переході з уступу на уступ напрямку руху транспортних засобів не змінюється;

тупиковими (або петльовими) з'їздами (напрямок руху транспортних засобів при розкритті суміжних уступів міняється на протилежний);

комбінованими з'їздами (напрямок руху при спуску на нижчі уступи, або підйомі на верхні, змінюється на протилежний не на кожному уступі, а через кілька).

При розробці деяких родовищ корисна копалина добувається з-під води в затопленому вибої (робота драг, плавучих земснарядів, драглайнів і т.д.). У цих випадках розкриття часто здійснюється за допомогою гребель, перемичок і каналів, а також насипів і дамб.

При розкритті підземними спорудами – штольнями і тунелями з рудоспусками, шахтними стволами з квершлагами і т.д. транспортний зв'язок здійснюється за допомогою цих виробок.

При розробці невеликих родовищ будівельних матеріалів, розсипів та ін. для забезпечення транспортного зв'язку використовуються кабель-крани, баштові екскаватори і т.п.

З обліком найбільш корисних пропозицій попередніх авторів праці І.А. Кузнецова, А.П. Зотова, П.Э. Зуркова, Е.Ф. Шешко, С.М. Шорохова, В.В. Ржевського та ін. була складена класифікація способів розкриття кар'єрних полів.

Отже, існує вісімнадцять основних способів розкриття. Усі застосовані на практиці способи розкриття є варіантами, або сполученнями приведених у класифікації основних способів розкриття.

У результаті даного дослідження розроблено класифікацію кар'єрних шляхопроводів і транспортних перетинань за їхніми класифікаційними ознаками, які можуть бути введені в норми технологічного проектування гірничих підприємств з відкритим способом розробки.

УДК 622.35:622.06+679.8+658.562

О.В. КАМСЬКИХ, В.В. КОРОБІЙЧУК, кандидати техн. наук, доценти  
Житомирський державний технологічний університет

## **ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ НЕРУЙНУЮЧОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ЛИЦІОВАНЬ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ**

Природний декоративно-облицювальний камінь широко застосовується для внутрішнього і зовнішнього облицювання будівель і споруд, виготовлення кам'яної дорожньо-будівельної продукції, виготовлення ритуальних та архітектурно-будівельних виробів різного призначення. Звичайно ж до перерахованої продукції пред'являються досить жорсткі вимоги з довговічності та стійкості в агресивних середовищах. Значна частина вище відміченої продукції в Житомирській області виготовляється з лабрадоритів. На кам'яні вироби, що експлуатуються під відкритим небом впливають температурні фактори, рух води і повітря, чинники механічного і хімічного впливу. Враховуючи, що атмосфера і води з кожним роком стають все агресивнішими, за рахунок надходження до них оксидів сульфуру, нітрогену, карбону та інших інгредієнтів, то й кам'яні вироби піддаються корозії, в окремих випадках значній. Кам'яні вироби з габроїдних порід є найменш стійкими до агресивних чинників зовнішнього середовища порівняно з іншими високоміцними породами, які використовуються для зовнішнього облицювання будівлі споруд.

У представлених дослідженнях було проведено аналіз сучасного стану каменевидобувної галузі. Показано, що порівняно великі запаси лабрадоритів, які складають близько 40% загальних запасів габроїдних порід Житомирської області, та унікальні декоративні властивості зумовили широке їх використання для виготовлення різних виробів, у тому числі – для зовнішнього оздоблення будівель і споруд.

Значний об'єм виробів зазнає постійного впливу зовнішнього середовища (65%), що призводить до певних пошкоджень, які проявляються у зміні декоративних і технологічних властивостей декоративного каменю. Особливо це стосується виробів із лабрадоритів, що використовуються в умовах сучасного агресивного міського середовища. Корозія кам'яних виробів у зовнішньому облицюванні споруд залежить від вмісту в оточуючому середовищі агресивних речовин техногенного та природного походження, хімічних і петрографічних особливостей каменю, від часу експлуатації кам'яного виробу, ступеня його полірування, а також від погодно-кліматичних умов. Вивчення закономірностей хімічного вивітрювання дає змогу варіювати видами каменю для зовнішнього облицювання в умовах різних кліматичних зон, забезпечувати певний рівень відповідного виду полірування каменю.

Питанням вивчення підвищення корозійної стійкості виробів з декоративного каменю присвячено роботи Бакка М.Т., Ільченко І.В., Малина В.І., Дамье-Вульфсона В.І., Вікторова О.М., Вікторова Л.О., Ковельмана І.О., Белікова Б.П., Петрова В.П., Герасименко О.О. Але аналіз літературних даних і виробничої практики дозволяє зробити висновок про відсутність

надійного способу захисту поверхні виробів від агресивних чинників зовнішнього середовища. У зв'язку з цим дослідження причин руйнування декоративного каменю під впливом зовнішнього середовища є актуальною науково-технічною та науково-практичною задачею.

Це стосується, передусім, дослідження взаємозв'язку між зовнішніми проявами корозії та ступенем зміни експлуатаційних властивостей лабрадоритів, на основі якого пропонується створення методики неруйнуючого контролю стану виробу, так як відсутність на даний час новітніх апробованих методів у даному контексті зумовлює вимоги щодо подальшого розвитку способів і засобів для вирішення вищеназваних задач стосовно габроїдних порід, а також доводить необхідність розширення й на інші типи лицевань запропонованих досліджень, що базуються на застосуванні сучасних наукових методів і пов'язані з розробкою технологічних і економічних рекомендацій щодо обґрунтування умов використання виробів з міцних порід і створенням засобів корозійного захисту каменю.

УДК 624.15

А.Д. ГУК, магістр, С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф.  
Криворожский национальный университет

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ САМОУРАВНОВЕШИВАЮЩЕЙСЯ ОПОРНОЙ СИСТЕМЫ С ОСНОВАНИЕМ**

Напряженно-деформационное состояние конструкций зданий, значительно зависит от характера взаимодействия фундаментов с основой, поэтому нужно детальнее анализировать все процессы, все нагрузки, действующие на фундамент. Тенденция роста аварийных ситуаций, обусловленная проявлением неравномерных деформаций грунтов оснований и, как следствие, кренов зданий, трещин, сдвигов и разломов в них, требует разработки и применения эффективных и надежных методов и средств защиты от подобного рода деформаций. Известны различные системы подъема и выравнивания многоэтажных зданий и сооружений. Например, устройство, включающее гидравлические домкраты, установленные между фундаментом и цокольной частью здания или сооружения. Также известна фундаментная конструкция Живодерова Н.А. с термопластичными элементами для выравнивания и другие системы. Данными проблемами занималось много организаций: НИИСК, КиевЗНИИЕП, Донецкий Промстройдипроект, Донбассгражданпроект, Укрнистройпроект, МакИБИ, Донецкпроект, Запорожское отделение НИИСК и др. Последним разработан и развивается единственный в Украине способ выравнивания сооружений выбуриванием грунта из-под фундаментов мелкого заложения.

На сегодня имеется много разработок, но они далеко не все имеют практическое использование. Поэтому авторами разработано решение триплетно-модульной самоурегулирующейся фундаментной системы сооружений башенного типа, проседающих неравномерно, когда необходимо обеспечить уравнивание нагрузки от них на основание по всей его площади.

Следующим шагом является разработка соответствующей расчетной базы. Когда расчет по гипотезе Винклера лишь начинал внедряться в проектную практику, отмечались недостатки этой гипотезы и предлагались новые, с использованием решений теории упругости. До сих пор, при расчете гибких фундаментов совместно с грунтовым основанием применяются: теория местных упругих деформаций, основанная на гипотезе Винклера-Циммермана и теория общих упругих деформаций, основанная на гипотезе упругого полупространства. Следует отметить, что широко применяемая на практике программа "Лири/Scad" для расчета строительных конструкций включает модуль, позволяющий рассчитывать гибкие фундаменты, базирующийся в свою очередь на методе местных упругих деформаций.

Программа «Платон» – моделирования работы фундаментных систем – не имеет аналогов среди отечественных и зарубежных программных продуктов. Программа построена на методе конечных элементов, плитные конструкции фундаментов моделируются плоскими треугольными элементами, грунт – объемными, тетраэдрической формы. Пользователь не участвует в разбивке на элементы, хотя при желании может управлять их параметрами. Интерфейс устроен максимально удобно, практически вся геометрия, геодезия и нагрузки вводятся с помощью

мышки на экран, геология задается прямым переносом данных по скважинам из отчета инженерно-геологических изысканий. Трехмерная графика расчетной схемы с таким управлением существенно облегчает зрительный контроль исходных данных. Программа выдает необходимую информацию для проектирования фундамента: осадку и крен всех существующих и проектируемой конструкций, цветные поля перемещений, моментов и поперечных сил в проектируемой плите. Одновременно происходит расчет армирования плиты с выводом на экран цветных полей продольного армирования каждой грани плиты по каждому направлению. Формирование отчета полностью автоматическое.

Синтез методов из широкого спектра рассмотренных выше направлений моделирования значительно облегчит расчет и конструирование предлагаемых авторами триплетных блочно-модульных фундаментных систем.

УДК 622.35: 622.06+679.8+658.562

О.В. КАМСЬКИХ, В.В. КОРОБИЙЧУК, кандидаты техн. наук, доц.  
Житомирський державний технологічний університет

## **ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ НА МЕХАНО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАБРАДОРИТІВ В НИХ**

У виконаних авторами дослідженнях було встановлено основні параметри, що визначають корозійну стійкість декоративного каменю. В результаті вивчення механізму руйнування структури породоутворюючих мінералів під час корозії було доведено, що дослідження характеру руйнування окремих мінералів не дозволить отримати абсолютно точного уявлення про механізм корозії декоративного каменю, оскільки на руйнування одного мінералу впливає механо-хімічна корозія складових інших мінералів, тобто взаємодія проявляється не тільки на іонному й молекулярному, але й на фізико-механічному і мінеральному рівнях. Також доведено, що дослідження механізму механо-хімічної корозії декоративного каменю повинно включати вивчення його стійкості до впливу сульфатної кислоти й гідроксиду натрію як агентів техногенно-природного характеру, що найбільш інтенсивно сприяють руйнуванню декоративного каменю.

Встановлено, що на механо-хімічні властивості каменю значною мірою впливають метеоролого-кліматичні умови експлуатації, зокрема, переважні напрями дощових вітрів. Було встановлено, що декоративний камінь на монументі Слави (м. Житомир), який облицьовано Головинським лабрадоритом, має найбільшу площу порушення поверхні для азимутів 40-100 і 160-220. Співставлення отриманих результатів з розами дощових вітрів м. Житомира показало, що отримані інтервали азимутів розміщення максимально порушених площ співпадають з напрямками домінуючих вітрів травня, червня й липня, тобто місяців, які характеризуються найбільшою інтенсивністю опадів.

Проведений порівняльний аналіз способів оцінки корозійної стійкості декоративного каменю показав, що більшість критеріїв, які використовуються для оцінки цієї властивості, ґрунтуються на різних фізичних і хімічних характеристиках. Загальним їх недоліком є те, що вони оцінюють стійкість декоративного каменю тільки до дії одного з чинників, у той час, як природний камінь зазнає, як правило, комплексного впливу декількох факторів.

У зв'язку з цим показником механо-хімічної стійкості лабрадориту при дослідженні його корозійного руйнування з точки зору експлуатації виробів може виступати швидкість корозії, тобто показник, який показує, наскільки на одиниці площі зразка зміниться його властивість за час дії шкідливого фактора. З урахуванням усіх вищенаведених міркувань пропонується швидкість корозії визначати як втрату ваги зразка з одиниці площі за певний проміжок часу.

Дослідження корозійної стійкості декоративного каменю в кислотному середовищі виявило, що втрата ваги зразків лабрадоритів становить 0,3-3,7% від початкової ваги. Крім того, спостерігається доволі значне збільшення втрати ваги (майже у 12 разів) унаслідок кислотної корозії зразків зі збільшенням тривалості впливу.



Результати проведених експериментів показали, що швидкість корозії лабрадоритів є значно вищою в кислотному середовищі (приблизно в 21,4 рази). Швидкість корозії протягом дослідження як у лужному, так і в кислому середовищах, збільшувалась, що свідчить про хімічні реакції між хімічними елементами, що входять до складу породи, та йонами  $H^+$  і  $OH^-$ . Інтенсивність корозії в лужному середовищі - менша, ніж у кислотному (в середньому на 12 %). У загальному вигляді корозія може бути спрогнозованою поліномом другого порядку:  $y = -ax^2 + bx + c$ , де  $a = 7 \cdot 10^{-7}$ ;  $b = 0,0019$ ;  $c = 0,2651$  – корозія під дією сульфатної кислоти ( $r=0,92$ );  $a = 0,1 \cdot 10^{-7}$ ;  $b = 4 \cdot 10^{-5}$ ;  $c = 0,0371$  – корозія під дією гідроксиду натрію ( $r=0,87$ ).

УДК 69.057.693: 624

А.В. ПАРШИН, Ю.А. ЕРЕМЕНКО, кандидати. техн. наук,  
Криворожский национальный университет

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗНОСТИ ПРОЧНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ ОБРАЗЦОВ И ГЛАДКИХ В ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТАХ

Несущая способность болта является основным исходным данным при назначении расчетных сопротивлений фундаментных болтов растяжению  $R_{sa}$ . Как показали исследования, статистических данных по массовым испытаниям фундаментных болтов не имеется. Поэтому при назначении расчетных сопротивлений растяжению  $R_{sa}$  можно воспользоваться только результатами браковочных испытаний заводов-изготовителей круглого проката, который служит материалом для фундаментных болтов. Для того, чтобы можно было использовать результаты браковочных испытаний гладких стандартных образцов, необходимо получить количественную оценку влияния резкого концентратора в виде канавки резьбы на статистические параметры распределения таких механических характеристик фундаментных болтов, как предел текучести  $\sigma_m$  и временное сопротивление  $\sigma_e$ .

Несущая способность болтов должна превышать несущую способность гладких образцов. Объясняется это тем, что канавка резьбы является острым концентратором напряжений, поэтому при растяжении в стержне с резьбой действуют растягивающие напряжения в поперечном направлении, образуя объемное напряженное состояние. Немаловажным является и то, что разрушающее усилие для болта относят к площади стержня, соответствующей внутреннему диаметру резьбы. Предел прочности в этом случае определяется по формуле  $\sigma_{sa} = (4N_p)/(Pd^2)$ , где  $N_p$  - разрушающая нагрузка;  $d$  - внутренний диаметр резьбы. Фактическая площадь поперечного сечения болта – больше площади, определяемой по внутреннему диаметру резьбы и лежит в пределах  $(Pd^2)/4 \leq A_n \leq (Pd_{en}^2)/4$ , где  $d_{en}$  - внешний диаметр резьбы;  $A_n$  - площадь поперечного сечения болта нетто. Еще одним фактором, за счет которого общая несущая способность фундаментного болта превышает несущую способность гладкого стандартного образца, является металлургический фактор.

Для решения задач данного исследования представляет интерес только общее количественное превышение прочности резьбовых образцов над гладкими, а не влияние каждого из отмеченных факторов в отдельности. В рамках исследования определение величины этого превышения осуществлялось путем испытания двух серий образцов фундаментных болтов БФ-1 и БФ-2 (по 100 штук в каждой серии), изготовленных из двух марок стали ВСтЗпс и 09Г2С. Кроме этого, из каждой заготовки, предназначенной для изготовления фундаментных болтов, в соответствии с существующими требованиями, была отобрана проба для дополнительного контроля механических свойств стали (изготавливались круглые стандартные образцы).

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что расчетные сопротивления фундаментных болтов растяжению  $R_{sa}$  с достаточной степенью надежности можно определять на основании статистической обработки браковочных испытаний заводов-изготовителей круг-

лого проката. Эти результаты могут быть рекомендованы для практического использования следующим образом. При определении расчетных сопротивлений фундаментных болтов за основу можно принять регламентированные соответствующими ГОСТами и ТУ нормативные значения показателей прочности круглого проката с введением поправок, учитывающих влияние концентрации напряжений и других факторов. Такой подход позволяет сократить количество испытаний и, что самое главное, обеспечивает требуемую статистическую обоснованность расчетных сопротивлений.

УДК 622.35:622.06+679.8+658.562

О.В. КАМСЬКИХ, В.В. КОТЕНКО, кандидати техн. наук, доценти  
Житомирський державний технологічний університет

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ КОЛІРНИХ КООРДИНАТ ЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ ПІД ВПЛИВОМ КОРОЗІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ**

У Житомирському державному технологічному університеті було вивчено вплив корозійних процесів на властивості декоративного каменю, що полягало у визначенні колірних координат зразка до корозії і після в 9 зонах. Встановлено, що зміна всіх трьох колірних координат відбулась у двох зонах, різниця між колірними координатами в яких становила 4-12 %, причому, в одній з цих зон було виявлено значно більшу різницю координат. Отримані результати достовірно збігалися з даними візуального огляду зразків. В результаті проведеного дослідження було встановлено адекватність комп'ютерної оцінки зміни декоративності внаслідок впливу агресивного середовища й розроблено спосіб оцінки площі, порушеної корозійними процесами.

Не менш важливими показниками якості декоративного каменю є фізико-технічні характеристики, які визначають можливість його використання для виготовлення різних виробів: межа міцності на стиск, водопоглинання й морозостійкість. Встановлення взаємозв'язку між зміною межі міцності на стиск й інтенсивністю корозії за загальноприйнятою методикою показало, що між ними існує обернена залежність, яка характеризується досить тісним зв'язком параметрів, що досліджуються, і яку можна показати поліномом другого порядку:  $y = -56,071x^2 + 56,428x + 171,45$ . За початкове значення межі міцності прийнято паспортне значення для породи, що досліджується (Головинського родовища лабрадоритів)  $\sigma_{cm} = 186,6$  МПа).

Аналогічно в результаті виконаних досліджень було встановлено, що для Головинського лабрадориту є характерною наявність прямопропорційної залежності між водопоглинанням і швидкістю корозії, яка описується поліномом другого порядку:  $y = 0,4393x^2 - 0,7953x + 0,477$ . Також встановлено, що між межею міцності каменю на стиск і відносною площею корозійного руйнування поверхні лабрадоритів існує експоненційна залежність  $y = 0,0448e^{0,1067x}$  ( $r = 0,78$ ).

Це дозволило створити експрес-методику дистанційної оцінки міцності виробів з декоративного каменю, використання якої надасть змогу збільшити термін їх використання.

На базі виконаних досліджень розроблено технології й обладнання для захисту виробів із каменю від корозійного руйнування твердіючими композиціями. Дослідженнями доведено, що в якості основної складової для підвищення корозійної стійкості високоміцного декоративного каменю доцільно використовувати клей БФ-2 на основі фенолформальдегідних олігомерів, модифікованих полівінілацетатами. Встановлено, що при гранично допустимій температурі нагрівання мікротвердість твердіючої клейової композиції є на 15-23 % нижчою максимальної мікротвердості при рекомендованих оптимальних температурах твердіння. При цьому менше значення зниження твердості відповідає меншій товщині клейової композиції, а товщина шару затверділої клейової композиції суттєво впливає на ступінь полімеризації. Збільшення товщини шару в 2 рази призводить до зниження мікротвердості в середньому в 2,6 рази.

За умови повного просочення поверхні твердіючою композицією з наступним її монолітним твердінням в устях мікротріщин і на "дні" порового простору відкрита пористість зменшується тільки на 11,2% при щільності сполуки  $0,865$  г/см<sup>3</sup>, і на 4,4% - при  $0,834$  г/см<sup>3</sup>.

Доведено, що однократне просочення приводить до зниження відкритої пористості й водопоглинання в середньому на 23, трикратне - 46, і шестикратне - 60%. Зниження пористості після першого просочення, менше, ніж на 11,2%, пояснюється зміною характеру заповнення порового простору твердіючою композицією. Так ефективно забезпечується захист поверхні каменю: в кислому середовищі швидкість корозії зменшилась на 35-40%, у лужному – 15-20%.

Результатом досліджень стало створення технології вакуумного просочення виробів створеними полімерними композиціями, коли тривалість процесу полімеризації становить 2 години а температура нагрівання поверхні не перевищує 110 °С.

УДК 622.35: 624

С.А. ЖУКОВ, д-р. техн. наук, проф., В.И. КЛЯЦКИЙ, канд. техн. наук, доц.  
Криворожский национальный университет»

### **ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОПУТНОЙ ДОБЫЧИ СТРОИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ**

Введение в рудном карьере дополнительной попутной технологии, направленной на попутную добычу нерудного строительного сырья, связано с множеством серьезных и разноплановых проблем, как технического, так и организационного характера. Но при этом выработка надежного и удобного для расчетных операций экономико-экологического критерия позволяет существенно упростить задачу с одновременным обеспечением достаточно надежного обоснования принимаемых управленческих решений.

Соотношение объемов добычи основного – рудного и попутного – строительного сырья определяются оптимизацией режима развития горных работ в карьере. Что касается площадей земной поверхности, то они могут определяться в каждом конкретном случае графическим методом с помощью графика, отображающего зависимость площади земли, которая занимается отвалом, от его высоты при разных максимальных его объемах.

Анализ выбросов пыли и газа свидетельствует о том, что изменения в технологиях, вводимых для обеспечения селективной добычи качественного попутного сырья, несущественно отражаются на уровне выбросов, за исключением добычи блочного природного камня, технология разработки которого требует резкого уменьшения дробления пород и, вследствие этого, выбросы пыли и газа, в сравнении с существующей технологией рудодобычи, уменьшаются, минимум вдвое.

Основная проблема при этом заключается в следующем. Существующие в каждом карьере производственные программы рассчитаны исключительно на железорудное сырье, попутные ископаемые поступают неритмично, что, при условии их использования, требует создания временных буферных и постоянных складов. Кроме дополнительных прямых затрат, это требует выделения земельных участков значительной площади.

Таким образом, если речь идет о действительно широкомасштабном комплексном освоении железорудных месторождений, с точки зрения технологии и охраны окружающей среды можно сделать следующие выводы:

1. При разработке комплекса производственных процессов, нацеленных на обеспечение попутной добычи природного камня при подготовке скальных вскрышных пород взрывом, не всегда наиболее эффективные показатели технологии достигаются при обеспечении максимального выхода блоков заданной крупности, оптимум достигается при обеспечении максимального отношения выхода кондиционных блоков к выходу некондиционных тех же размеров.

2. При формировании комплексов добычного и вскрышного горного оборудования необходимо учитывать, как взаимозависимость различных технологических операций и машин, осуществляющих их, так и возможности использования основного оборудования, применяемого в карьере, для нужд попутной технологии.

3. Повышение показателей комплексности использования месторождений в настоящее время является необходимым и возможным.

4. Масштаби вовлечення в продуктивну переробку нерудного сиров'язу завжди ограничені і визначаються, як властивостями самого сиров'язу, так і спросом на нього, можливостями і економічною зацікавленістю самого підприємства.

5. Період нарощування рівня комплексності освоєння родовища, як правило, супроводжується деяким тимчасовим підвищенням об'ємів шкідливих промислових викидів.

6. Дійсність екологічна ефективність заходів впроваджених заходів по підвищенню комплексності освоєння родовища може бути оцінена тільки по кінцевим результатам його розробки.

УДК 666:624

І.В. ХОРУЖЕНКО, магістр; В.І. АСТАХОВ, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

### **ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ДИСПЕРГОВАНИХ ДОМІШОК ТА ЇХ МІНЕРАЛОГІЧНОГО СКЛАДУ НА ЯКІСТЬ БЕТОНУ**

Дисперговані мінеральні домішки в бетоні (у заповнювачах, застосовуваних для виробництва бетону з відходів ГМК) можуть викликати:

зниження міцності і довговічності бетону (вугілля, графіт, горючі сланці, складні силікати, целюліт, апатит, нефелін, фосфорит);

погіршення якості поверхні і внутрішню корозію бетону (аморфні різновиди діоксиду кремнію, розчинного у лугах цементу, хлорит і деякі целюліти, сірка, сульфідні, сульфатні, магнетит, гідроксид заліза);

корозію арматури в бетоні (галогеніди, що включають водорозчинні хлориди, сірка, сульфідні і сульфатні).

У зв'язку з цим вміст пилоподібних і глинистих часток в щебені з вивержених і метаморфічних порід і гравію не повинно перевищувати для бетонів всіх класів 1% за масою, з осадових порід для бетонів класу В22, 5 і вище – 2%, а В20 і нижче – 3%.

Аморфні різновиди діоксиду кремнію ( $\text{SiO}_2$ ), розчинного у лугах цементу (халцедон, опал, кремій й ін.), допускаються в кількості не більше 50 ммоль/л. Включення сірки, сульфідів, крім піриту (марказит, пірротин тощо) і сульфатів (гіпс, ангідрид та ін.) в перерахунок на  $\text{SO}_3$  – допускаються не більше 1,5% за масою великого і 1% за масою для дрібного заповнювачів. Піриту в перерахунок на  $\text{SO}_3$  допускається не більше 4% за масою.

Шаруваті силікати (гідроксиди, слюди, хлорити й інші є породотворюючими мінералами) обмежуються 15% за об'ємом для крупного та 2% за масою для дрібного заповнювачів.

Магнетити, гідроксиди заліза (гетит та ін.), апатит, нефелін, фосфорит, які є породотворюючими мінералами, кожен окремо допустимі в обсязі до 10 %, а в сумі не більше 15%.

Жорсткі вимоги стосуються галогенів (галіт, сильвін та ін.), що включають водорозчинні хлориди. У перерахунок на іон  $\text{Cl}$  їх допускається не більше 0,1% за масою для крупного та 0,15% за масою для дрібного заповнювачів. Вільні волокна азбесту допускаються в кількості не більше 0,25% , а вугілля – не більше 1% за масою.

Не всі органічні речовини є шкідливими, тому доцільно контролювати їх дію шляхом випробувань безпосередньо на бетонних кубах. Однак з метою економії часу слід насамперед упевнитися, що кількість органічної речовини перевищує встановлене допустиме значення. Для цього використовують колориметричну пробу на присутність органічних домішок в заповнювачі в відповідності до ДСТУ Б В.2.7-215:2009 «Бетони. Правила підбору складу».

Якщо колориметрична проба покаже присутність органічних домішок, проводиться випробування заповнювача в бетоні. Для цього готують бетонні куби на випробувальному заповнювачі, в якому передбачається підвищений вміст органічних домішок, і міцність цих кубів порівнюють з міцністю бетону того ж складу, але отриманого на доброякісному заповнювачі.

У деяких країнах вміст органічних домішок в заповнювачі визначають по втраті у вазі проби в результаті її обробки перекисом водню.

Цікаво відзначити, що в ряді випадків вплив органічних домішок може мати лише тимчасовий характер. В одному з досліджень бетон, приготований на піску з відходів ГМК, що містить органічні домішки, мав міцність у віці 24 год., рівну 53% міцності аналогічного бетону, приготованого на чистому піску. У 3-добовому віці бетону це співвідношення зросло до 82 %, в 7-добовому – до 92% , а в 28-добовому віці були зареєстровані рівні значення міцності.

Глинисті домішки в заповнювачі можуть утворити поверхневі оболонки, які перешкоджають нормальному зчепленню між заповнювачем і цементним каменем і, отже, знижують міцність і довговічність бетону. Крім глини в заповнювачі можуть бути присутні й інші дрібнодисперсні домішки: мулисті і пилоподібні частки. Мулисті домішки зустрічаються в заповнювачах з природних кам'яних матеріалів. Кам'яний пил – це тонкомолотий матеріал, що утворюється в результаті дроблення гірської породи при отриманні щебеню або в деяких випадках дробленого піску і щебеню з гравію. На сучасних каменедробильних заводах кам'яний пил видаляють шляхом промивання заповнювача водою. Одночасно при виготовленні заповнювача можуть видалятися й інші маломіцні забруднюючі домішки. Деякі домішки утворюють оболонки, що характеризуються добрим зчепленням з заповнювачем, їх не можна видалити промиванням. Якщо такі оболонки хімічно стійкі і не учиняють шкідливого впливу на бетон, та застосування заповнювача з ними допустимо, хоча в цьому випадку може виявитися підвищена усадка бетону. Однак заповнювачі з реакційно-здатними оболонками, навіть якщо вони фізично стійкі, можуть призвести до серйозних пошкоджень.

УДК 69.057.693:624

А.В. ПАРШИН, Ю.А. канд. техн. наук, А.Д. ГУК, магистр  
Криворожский национальный университет

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕКОСОВ В ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТАХ НА ПРОЧНОСТЬ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Как известно, фундаментные болты, практически всегда, устанавливаются с отклонением от проектных размеров, поэтому при монтаже конструкций болты не попадают в отверстия опорной плиты и их приходится отгибать, или выполнять другие подобные этой монтажные операции. Таким образом, отклонение размеров от номинала, погрешность взаимного расположения фундаментных болтов и опорных частей конструкций, а также технологические особенности сборки соединений приводят к тому, что болты в соединении всегда работают с перекосом. Перекосы, изменяя условия взаимодействия болта и гайки, а также являясь причиной возникновения дополнительных изгибающих моментов и поперечных сил, могут способствовать еще большей концентрации нагрузки на отдельных участках резьбы по сравнению с той, которая обычно имеет место при нормальном расположении фундаментных болтов и опорных частей конструкций.

Многочисленные экспериментальные исследования, проведенные Беляевым С.Е., показали, что прочность болтов из пластичных материалов не снижается при воздействии перекосов до  $8^\circ$ . Этих результатов для нашего случая недостаточно, так как фундаментные болты в реальных соединениях могут работать со значительно большими перекосами. В связи с этим возникла потребность в исследовании прочности фундаментных болтов при растяжении с перекосами больше  $8^\circ$ . При испытании на растяжение с перекосом болт находится в сложном напряженном состоянии одновременного растяжения и изгиба. При этом процесс разрыва болта протекает в такой последовательности. Сначала гайка болта упирается краем в косую шайбу, подложенную под нее, вследствие чего болт подвергается действию эксцентричной нагрузки и изгибается. Упругий изгиб очень скоро переходит в пластический, и гайка полностью прижимается к косой шайбе. Если разложить силу, действующую в этот момент на болт, на две составляющие – нормальную и касательную к поверхности косой шайбы, то можно получить выражение для определения предельной несущей способности болта, работающего на растяжение с перекосом:  $N_{\alpha} = K_{\alpha} \cdot N_e$ , где  $N_e$  - несущая способность болта при центральном растяжении;  $\alpha$  - угол переко-

са;  $K_\alpha$  - коэффициент перехода от растяжения к срезу, принят по результатам исследований равным 0,6.

С целью экспериментальной проверки достоверности аналитического выражения было проведено экспериментальное исследование влияния перекосов на несущую способность фундаментных болтов. С этой целью было испытано по 18 образцов фундаментных болтов из сталей ВСтЗпс и 09Г2С (серии БФ-3, Ш-4). Перекос моделировался путем применения косых шайб с уклоном 5, 10, 15, 20 и 25°. Испытания на растяжение с перекосом производились на вертикальной разрывной машине ГМС-50 в специальном приспособлении.

По результатам экспериментальных исследований построены зависимости в координатах «несущая способность болта  $N_{\alpha}$  – угол перекоса  $\alpha$ , а также полученные на основании использования вышеприведенной формулы для фундаментных болтов с несущей способностью  $N_g=250$ кН.

Зависимости, полученные экспериментальным путем, хорошо согласуются в аналитической. Как показали результат исследований, наличие в соединении перекосов до 25° приводит к снижению несущей способности фундаментного болта на 10%.

УДК 624.191.8

А.О. САХНО, магистр, О.Г. САХНО канд. техн. наук, доц.  
Криворожский национальный университет

### УСЛОВИЯ РАЗРУШЕНИЯ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕЕ ПЛАСТИЧНО-УПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ

На основании широких исследований прочности слоистых сред на образцах пород и эквивалентных материалах, в которых имеются внутренние поверхности ослабления, в лабораторных и натуральных условиях, с достаточным приближением анизотропию свойств прочности массива можно учесть, рассматривая разрушение массива по двум направлениям: в направлении, совпадающем с плоскостью контакта слоев, которые являют собой поверхность ослабления прочности; во всех других направлениях, не совпадающих с плоскостью контакта слоев. В последнем случае разрушение массива может происходить в результате превышения напряжениями, действующими в направлении растяжения, прочности массива на разрыв  $T$ :  $\sigma_3 = -T$  ( $T > 0$ ) (1), или выполнением критерия Кулона в области сжатия:  $\sigma_1 > S + \text{ctg}\psi\sigma_3$  (2), где  $S = \text{ctg}(45^\circ - \varphi/2)$  – граница прочности при одноосном сжатии;  $S$  – сцепление и угол внутреннего трения массива;  $\text{ctg}\psi = (1 + \sin \varphi)/(1 - \sin \varphi)$  (3). В этом исследовании определяются приведенные к осям главных напряжений показатели прочности слоев, позволяющие учитывать разрушение массива по поверхностям ослабления прочности для решения задачи упруго-пластичной деформации трансверсально-изотропной среды методом деформационной теории пластичности.

В области растяжения разрушение по контактам слоев происходит при условии, что нормальные к плоскости контакта напряжения  $\sigma_n$  превышают предельную прочность пород на разрыв по контактам слоев  $T_k$ :  $\sigma_n = -T$  ( $T_k > 0$ ) (4). Существует связь между нормальными  $\sigma_n$  и касательными  $\tau_T$  напряжениями в плоскости слоев и главными напряжениями  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$ :  $\sigma_n = \sigma_1 \sin^2 \alpha' + \cos^2 \alpha'$  (5),  $|\tau_T| = |\cos^2 \alpha' \cdot \sin^2 \alpha' (\sigma_1 - \sigma_3)|$  (6). Поскольку  $(\sigma_1 - \sigma_3) \geq 0$  (сжимающие напряжения – со знаком +), и рассматривая определенный диапазон  $-\pi/2 \leq \alpha' \leq \pi/2$ , где  $\cos \alpha' \geq 0$ , последнее выражение можно записать:  $|\tau_T| = \cos \alpha' \cdot \sin \alpha' |(\sigma_1 - \sigma_3)|$  (7). Подставив (5) в (4), найдем:  $\sigma_3 = -(T_k + \sigma_1 \sin^2 \alpha') / \cos^2 \alpha'$  (8). Тогда выражение границы сопротивления анизотропного по свойствам прочности массива напряжениям, которые растягивают его в направлении  $\sigma_3$ , можно записать:

$$\sigma_3 = \max \left\{ \begin{array}{l} -T; \\ \frac{T_k + \sigma_1 \sin^2 \alpha'}{\cos^2 \alpha'} \end{array} \right. \quad (9)$$

Критерием разрушения массива по контактам ослабления его прочности в области сжимающих напряжений является условие Кулона:  $|\tau_T| > C_T + \text{tg}\varphi_T \sigma_n$  (10). Подставив значение (7) в условие (10), найдем:  $\sigma_3 = C_T \cos \varphi_T / \sin \alpha' |\cos(|\alpha'| + \varphi_T) + \cos \alpha' \sin(|\alpha'| + \varphi_T) / \sin \alpha' \cos(|\alpha'| + \varphi_T)| \sigma_3$  (11).

Можно записать выражение предельного сопротивления в области сжимающих напряжений анизотропного по прочности массива по направлению  $\sigma_1$ :

$$\sigma_3 = \min \left\{ \begin{array}{l} S + \operatorname{ctg} \psi \cdot \sigma_3; \\ S_{\Pi} + \operatorname{ctg} \psi_{\Pi} \cdot \sigma_3, \end{array} \right. \quad (12)$$

где  $S_{\Pi}$ ,  $\psi_{\Pi}$  – приведенные к осям главных напряжений прочность слоев при одноосном сжатии и угол  $\psi$  для условий сдвига по контактам:  $S_{\Pi} = C_T \cos \varphi_T / \sin |\alpha| \cos (|\alpha| + \varphi_T)$ ;  $\operatorname{ctg} \psi_{\Pi} = \cos \alpha \sin (|\alpha| + \varphi_T) / \sin |\alpha| \cos (|\alpha| + \varphi_T)$  (13).

Рассмотрим, как изменяются действующие в массиве (7), и максимально допустимые (10) касательные напряжения по контактам на конкретном примере. Учитывая симметрию диаграммы распространения этих напряжений с изменением  $\alpha'$ , при значениях  $-180^\circ \leq \alpha' < 90^\circ$  и  $90^\circ \leq \alpha' < 180^\circ$ , можно рассматривать соответственно квадранты, в которых  $0^\circ \leq \alpha' < 90^\circ$ , когда  $\alpha' < 0^\circ$  принимается как  $\alpha' < +180^\circ$ , или  $-90^\circ < \alpha' \leq 0^\circ$ , когда  $\alpha'$  принимается как  $\alpha' \cdot 180^\circ$ .

Разрушение массива в результате сдвига по контактам будет происходить в случае, когда касательные напряжения на контактах слоев превысят предельные допустимые значения. Ограничиваясь квадрантами  $0^\circ \leq \alpha' < 90^\circ$ , и  $-90^\circ < \alpha' \leq 0^\circ$ , такое состояние массива будет иметь место при  $0^\circ < |\alpha'| < 90^\circ - \varphi_T$ . Когда же  $90^\circ - \varphi_T < |\alpha'| < 90^\circ$ , величины  $S_{\Pi}$  и  $\operatorname{ctg} \psi_{\Pi}$  (13) принимают отрицательные значения, что не имеет физического смысла, поскольку при этом  $\sigma_1 < \sigma_3$ . То есть, при  $90^\circ - \varphi_T < |\alpha'| < 90^\circ$ , разрушение массива может происходить только по площадкам, не совпадающим с контактами наслоений, а выражение (11) предельного сопротивления в области сжимающих напряжений анизотропного по прочности массива по направлению  $\sigma_1$  переходит в критерий (2) в области сжатия.

Таким образом, имея приведенные к осям главных напряжений прочность сред при одноосном сжатии  $S_{\Pi}$  и угол  $\psi_{\Pi}$  для условий сдвига по контактам, и определяя условия разрушения ослабленного контактами слоистого массива выражениями (9) и (12), с помощью методики нахождения теоретических напряжений упруго-пластичного трансверсально-изотропного массива с разупрочнением, в методе начальных напряжений можно учитывать анизотропию прочности массива, имеющего структурные ослабления в виде трещин, контактов слоев, и пр.

УДК 625.711.812

С.А. ЖУКОВ, В.С. ГИРИН, доктора техн. наук, проф., Д.А. ТИТОВ, студент  
Криворожский национальный университет

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ УГЛОВ БОРТОВ КАРЬЕРОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В НИХ ДОРОГ НА ТРАНСПОРТНЫХ БЕРМАХ

Главными проблемами современных рудных карьеров являются быстро возрастающие коэффициенты вскрыши и затраты на транспортирование горной массы. Реально решать эти проблемы можно путем повышения углов откосов бортов карьеров. Как известно, 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, TEREХ и др.) имеют большие габариты и, соответственно, требуют расширения транспортных берм, что прямо противоречит обозначенным задачам.

Угол наклона рабочего борта  $\beta$  является одним из основных факторов, определяющих режим горных работ. При сплошном подвигании фронта работ его можно определить из условия:  $\operatorname{arctg} \beta = h / (B_p + h \operatorname{ctg} \alpha)$ , 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;  $\alpha$  – угол откоса уступа. Учитывая, что  $v = h_i (\operatorname{ctg} \beta \pm \operatorname{ctg} \gamma)$  (здесь  $h_i$  – скорость понижения горных работ,  $\gamma$  – угол между вектором углубки и вертикалью), формула примет вид:  $\operatorname{arctg} \beta = [h - h_i t (1 \pm \operatorname{ctg} \gamma)] / (B_{\min} + h \operatorname{ctg} \alpha)$ .  $h_i$  определяется производительностью карьера, норматив  $t$  – нормами проектирования, угол  $\alpha$  – 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  $\beta$  увеличивается незначительно, так как увеличение  $h$  ведет к увеличению  $b_p$  и  $B_{min}$ . В наиболее типичных условиях изменение  $h$  с 15 до 25м вызывает увеличение угла  $\beta$  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 обработка уступов ведется, как правило, с временной консервацией бортов и отдельных уступов и их поочередным подвиганием. Угол  $\beta$  в этих условиях определяется как  $\arctg \beta = h/[h \operatorname{ctg} \alpha + B_p D_p + B_{вн}(1-D_p)]$ , где  $D_p$  – удельная длина рабочего фронта работ. Минимально необходимая удельная длина рабочего фронта  $D_p = h_i(B_{вн} + h \operatorname{ctg} \alpha) h l / [Q h - h_i(B_{min} h l + B_{вн} l h)]$ , где  $B_p$  – ширина рабочей площадки;  $B_p = B_{min} + Q t / l h$ ;  $Q$  – производительность экскаватора;  $l$  – длина выемочного блока;  $B_{вн}$  – ширина временно нерабочей площадки. К управляющим факторам относятся  $h$ ,  $B_p$ ,  $B_{вн}$ ,  $l$ ,  $Q$ .  $B_{вн}$  коррелируется с грузоподъемностью автосамосвала, а она – с производительностью экскаватора. Влияние различных факторов на угол  $\beta$  во многом зависит от сопутствующих условий. Наибольшее влияние на него оказывают  $h$  и  $B_{вн}$ . При этом, чем меньше  $l$ , тем существеннее влияние  $h$  на  $\beta$ . Так, при  $l = 300\text{м}$   $\beta$  при увеличении  $h$  с 15 до 25м изменяется на 5-7°, или 16-38%; при  $l=700\text{м}$  — на 3,5-5°, или 11-26%. В свою очередь, влияние  $B_{вн}$  зависит от  $h$  и  $l$ . Чем меньше  $h$ , тем больше влияние  $B_{вн}$ . Так, при  $h=15\text{м}$  изменение ширины с 30 до 10м ведет к изменению угла на 11-14° или 60-72 %, при  $h=25\text{м}$  – на 9-13°, или 40-52 %. При этом меньшие значения соответствуют  $l=700\text{м}$ , большие –  $l=300\text{м}$ . Уменьшение  $B_{min}$  с  $3h$  до  $2h$  ведет к увеличению  $\beta$  на 0,8-4,5° (до 19%). Уменьшение  $l$  с 700 до 300м ведет к увеличению  $\beta$  на 0-3° или 0-10 %. Существенное влияние на  $\beta$   $Q$ , оно также зависит от  $h$ . При  $h=15\text{м}$  увеличение производительности экскаватора на 100% ведет к увеличению  $\beta$  в среднем на 0,7°, или 4 %, при  $h=25\text{м}$  – на 3,9°, или 19 %.

Изменение  $\beta$  ведет к изменению календарного плана вскрышных работ и перераспределению затрат по годам. Отнесение затрат на более поздние периоды дает экономию средств, численно выражаемую через дисконтированные или интегральные затраты, определяемые по формуле  $Z = \sum_{t=1}^T Z_t \frac{1}{(1+E)^t}$ , 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  $l$ ,  $B_{вн}$  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.

УДК 691.328.1

С.А. ХАРЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., С.А. ВОЛКОВ, магистрант  
Криворожский национальный университет

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЯДРОМ ИЗ ЦЕНТРИФУГИРОВАННОГО БЕТОНА С РАЗЛИЧНЫМ ЗАПОЛНЕНИЕМ

В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал, посвященный испытанию армированного центрифугированного бетона при центральном и внецентренном сжатии. Доказана технико-экономическая эффективность применения центрифугированного железобетона в строительстве, запроектированы и построены оригинальные несущие конструкции.

Изученные в представленном исследовании возможные методы повышения прочности бетона — вполне приемлемы для использования в ядрах трубобетонных элементов

Анализ результатов исследований трубобетонных элементов, известных способов упрочнения бетона позволяет сделать следующие выводы:

1. Трубобетонные конструкции являются наиболее эффективными при работе на осевое сжатие из всех конструкций с косвенным армированием. Прочность таких конструкций можно значительно повысить за счет улучшения качества и увеличения несущей способности бетонного ядра.



2. Существующие методы армирования и различные технологические факторы позволяют улучшить прочностные и деформативные характеристики бетона и получить трубобетонный элемент с упрочненным ядром, обладающий повышенной несущей способностью,

3. Сочетание различных известных способов уплотнения бетона и различных видов дисперсного армирования позволяет получить эффективные, оригинальные конструктивные элементы с улучшенными прочностными и деформативными характеристиками.

4. В настоящее время достаточно глубоко изучены и разработаны методы расчета и проектирования трубобетонных элементов, центрифугированных железобетонных элементов. Весьма ограничены исследования в области трубобетона с ядром из центрифугированного бетона, упрочненного заполнением полости.

Учитывая вышеизложенное, в описываемых исследованиях были поставлены задачи:

исследовать напряженно-деформированное состояние трубобетонных элементов с ядром из высокопрочного бетона; бетона, упрочненного прессованием; бетона, армированного сетками и из фибробетона;

исследовать напряженно-деформированное состояние трубобетонных элементов с ядром из центрифугированного бетона, в том числе с заполненной полостью;

разработать методы расчета прочности и напряженно-деформированного состояния трубобетонных элементов с упрочненными ядрами;

разработать методы расчета трубобетонных элементов с многослойными ядрами;

произвести опытное проектирование несущих конструкций из трубобетона с упрочненными и многослойными ядрами, определить их технико-экономическую эффективность.

Разработанная программа исследований позволила изучить влияние на несущую способность и деформации трубобетонных элементов всевозможных видов упрочнения бетонного ядра, таких, как дисперсное армирование стальными фибрами, сетками, прессование, центрифугирование, заполнение полости центрифугированного трубобетона бетоном, в том числе армированным сетками и фибрами. При этом принимались методы упрочнения бетона, приемлемые для производства реальных конструкций.

Коэффициент увеличения прочности бетона для описанных опытов составил: при 1% армирования бетона стальными фибрами ( $d=0,5$  мм,  $l=50$  мм) – 1,2; при поперечном армировании бетона стальными сетками (0,32%) – 1,1; для прессованного бетона – 1,9; для прессованного бетона, армированного фибрами – 2,1; для прессованного бетона, армированного сетками – 2,0.

Прочность бетона, упрочненного методом центрифугирования, превышает призмную прочность вибрированного бетона, при этом коэффициент увеличения прочности колебался в пределах 1,4-1,6, что согласуется с данными, полученными другими исследователями.

Коэффициент увеличения модуля упругости  $E_b$  составил: для бетона, армированного стальными фибрами, – 1,3; для бетона, армированного стальными сетками, – 1,15; для прессованного бетона – 1,3; для прессованного бетона, армированного стальными фибрами, – 1,45; для прессованного бетона, армированного стальными сетками, – 1,4.

Для центрифугированного бетона коэффициент увеличения модуля упругости изменялся в пределах 1,1-1,2.

УДК 666.974.6

В.И. ГОНЧАР, канд. техн. наук, доц., И.С. ГОНЧАРОВА, лаборант  
Криворожский национальный университет

## **ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИЙ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ БЕТОННОЙ СМЕСИ НА ПРОЧНОСТЬ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА**

Влияние соотношения компонентов бетонной смеси на прочность бетона изучалось путем испытания на сжатие кубов с размером ребра 150 мм и призм с размерами 100×100×400 мм.

Изготовление и испытание образцов производилось согласно. Условия твердения образцов - тепловлажностная обработка по режиму 4×6×2 часа при температуре прогрева 95°C.

В возрасте 1 сутки образцы разопалубливались и хранились в камере "нормального твердения" до момента испытания. Испытание образцов производилось в возрасте 28 суток на прессе Ш-250.

Для изучения влияния соотношения компонентов на прочность изменялось отношение между мелким заполнителем и шлаком.

Количество крупного заполнителя, стеклошлаковое отношение и плотность жидкого стекла в этом случае оставались постоянными.

По результатам испытаний образцов-кубов серий К-I–К-VI был построен график зависимости прочности бетона от соотношения мелкого заполнителя к шлаку.

При увеличении отношения от 0,5 до 4 происходит сначала увеличение прочности, а затем ее уменьшение.

Максимальной прочностью обладают образцы, изготовленные из бетона серии К-III, где соотношение между мелким заполнителем и шлаком равно 1,5.

Уменьшение этого отношения до 1,0 и увеличение до 2,0 ведет к незначительному понижению прочности. Дальнейшее увеличение отношения резко снижает прочность бетона.

Как показали результаты, стеклошлаковое отношение влияет на прочность бетонов незначительно. Для бетонов серий К-VII–К-X, изготовленных на жидком стекле плотностью 1200 кг/м<sup>3</sup>, наблюдается незначительное уменьшение прочности с увеличением стеклошлакового отношения.

Прочность бетонов серий К-XI–К-XIV, приготовленных на жидком стекле плотностью 1250 кг/м<sup>3</sup>, практически остается постоянной при всех стеклошлаковых отношениях. Для бетонов серий К-XV–К-XVI наблюдается незначительное увеличение прочности до значения  $n=0,5$ , а затем резкое ее уменьшение при  $n=0,6$ .

Незначительное влияние стеклошлакового отношения на прочность бетонов объясняется тем, что одновременно с увеличением  $n$  увеличивается и количество сухого вещества жидкого стекла, причем влияние последнего фактора повышается с увеличением плотности жидкого стекла (за исключением серии К-XVII –  $\gamma_{ст} = 1300$  кг/м<sup>3</sup>,  $n=0,5$ , для которой наблюдается максимум прочности при  $C_{сyx}=15\%$  с дальнейшим ее уменьшением – серия К-XVIII -  $C_{сyx}=18\%$ ).

Как выяснилось, количество сухого вещества жидкого стекла значительно влияет на прочность бетона.

Оказалось возможным построить зависимости  $C_{сyx}$  от стеклошлаковых отношений для различных плотностей жидкого стекла.

Как установлено,  $C_{сyx}$  имеет предел, ограничивавший не только прочность бетонов, но и диапазоны стеклошлаковых отношений, при которых можно производить подбор составов бетонов.

Так, для бетонов на жидком стекле плотностью 1400 кг/м<sup>3</sup>  $n \leq 0,375$ ; 1350 кг/м<sup>3</sup> –  $n \leq 0,425$ ; 1300 кг/м<sup>3</sup> –  $n \leq 0,5$ ; 1250 кг/м<sup>3</sup> –  $n \leq 0,6$  и т.д.

После превышения указанного значения стеклошлаковых отношений превышает критическое значение  $C_{сyx}$ , что приводит к уменьшению прочности бетона.

Результаты определения призмной прочности бетонов серий VII–XVIII показали, что стеклошлаковое отношение влияет на призмную прочность бетонов в значительно большей степени, чем на кубиковую.

С увеличением стеклошлакового отношения призмная прочность резко уменьшается.

Была также установлена зависимость между призмной и кубиковой прочностью бетонов серий VII–XVIII.

На полученных графиках наглядно видно, что отношение  $R_{np}/R$  уменьшается с увеличением стеклошлакового отношения, за исключением бетона серии XVIII ( $n=0,6$ ,  $C_{сyx}=18\%$ ), где наблюдалось уменьшение и кубиковой прочности.

Уменьшение призмной прочности бетона, а также отношения  $R_{np}/R$  можно объяснить тем, что с увеличением стеклошлакового отношения происходит уменьшение плотности бето-

на, образование большого количества ослаблений, вокруг которых концентрируются напряжения.

Накладываясь друг на друга, эти напряжения достигают предельных значений, вследствие чего происходит микротрещинообразование с последующим концентрированием напряжений и, в итоге, разрушением образца.

Это согласуется с современными представлениями о механизме разрушения цементного камня и бетона в целом.

УДК 69.057.693: 624

А.В. ПАРШИН, Ю.А. канд. техн. наук, И.А. КОЗЫРЕВ, магистр  
Криворожский национальный университет

### **ОБОСНОВАНИЮ РАСЧЕТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ РАСТЯЖЕНИЮ**

Имея необходимую информацию, перейдем к обоснованию расчетных сопротивлений фундаментных болтов растяжению.

Как известно, в настоящее время согласно требований расчетные сопротивления фундаментных болтов растяжению следует определять по формуле  $R_{ca} = 0.45 R_u$ . Это выражение говорит о том, что в качестве предельного состояния для фундаментных болтов принимается разрушение, которое, в зависимости от вида нагрузки и условий эксплуатации, может быть вязким, хрупким или усталостным.

Однако, следует отметить, что работу фундаментного болта нельзя рассматривать в отрыве от работы всего соединения в целом. Известно, что действующими нормами регламентированы усилия предварительной затяжки для фундаментных болтов из условия нераскрытия стыка соединения в процессе эксплуатации. Безусловно, при эксплуатации болтов в области упругопластического деформирования усилие предварительной затяжки будет частично или полностью снято, вследствие чего образуется люфт в соединении опорной части конструкции и фундамента. Это неизбежно приведет к значительным перемещениям всей конструкции, что является недопустимым.

С учетом всего сказанного целесообразно установить в качестве предельного состояния для фундаментных болтов предел текучести. Выбор данного предельного состояния оправдан и с позиций СТ СЭВ 3972-83, который рекомендует вести расчет по временному сопротивлению стали, допуская ее упругопластическую работу, только в том случае, когда пластические деформации имеют локальный характер и не влияют на рост перемещении всей системы. В случае же, когда фундаментный болт работает при напряжениях, выше предела текучести, область пластического деформирования охватывает вначале резьбовую часть, а затем распространяется и на его гладкой части, так как соотношение между пределом прочности и пределом текучести для строительных сталей превышает соотношение между площадью сечений гладкой и резьбовой частей болта.

Таким образом, на основании вышеизложенного для определения расчетных сопротивлений фундаментных болтов растяжению можно рекомендовать следующую формулу:  $R_{ca} = K \cdot (R_u / \gamma_m) \cdot \gamma_{e1} \cdot \gamma_{e2}$ , где  $K$  - коэффициент, учитывающий соотношение нормативных значений пределов текучести  $R_{ym}$  и пределов прочности  $R_{tm}$  для круглого проката, который, согласно данным СНиПов для малоуглеродистых сталей равен 0,56, а для низколегированных – 0,62;  $\gamma_{e1}$  - коэффициент, учитывающий снижение несущей способности болта при перекосах, равный 0,9;  $\gamma_{e2}$  - коэффициент, учитывающий превышение несущей способности фундаментного болта (по пределу текучести) над несущей способностью гладкого образца, принимается равным 1,1;  $\gamma_m$  - коэффициент надежности по материалу, который для малоуглеродистых сталей равен 1,025, а для низколегированных – 1,05. На основании этой формулы для фундаментных болтов из малоуглеродистых и низколегированных сталей получаем значения коэффициентов условий работы, равные соответственно 0,54 и 0,59.

Проведенные исследования дают все основания рекомендовать к применению единый для всех сталей коэффициент условий работы фундаментных болтов, равный 0,5. Другими словами, расчетные сопротивления фундаментных болтов растяжению могут быть повышены на 25% по сравнению с величиной, которая принята в действующих нормах.

В формуле не учтено влияние на несущую способность соединения возможной неравномерной затяжки смежных болтов. Очевидно, что при положительной эксплуатационной температуре влияние этого фактора не сказывается на общей несущей способности соединения. Это объясняется тем, что сталь имеет способность претерпевать значительные пластические деформации даже в зонах с высокой концентрацией напряжений, обусловленной наличием канавки резьбы. Иначе говоря, неравномерное нагружение смежных болтов может иметь место только в стадии упругой работы до того момента, когда произойдут пластические деформации в резьбе наиболее нагруженного болта, после чего напряжения неизбежно выправляются.

УДК 691.971

Н.В. АСТАХОВА, канд. техн. наук, Криворожский национальный университет

### **ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ В СОСТАВ ЦЕМЕНТА АКТИВИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ**

Активность цемента является показателем его структуры и способности создавать прочные материалы. В данной группе экспериментов исследовалась зависимость активности портландцемента от содержания в нем активированного наполнителя, искусственных железистых цеолитов и способа их получения.

С целью определения влияния искусственных железистых цеолитов было приготовлено цементное тесто 13-ти составов, один из которых – контрольный не содержал добавок. Для исключения влияния водоцементного отношения цементное тесто для каждого состава было получено при соотношении следующих компонентов: портландцемента – 2 кг, воды – 750 мл.

Все составы цементного теста (за исключением контрольного – портландцемента, не содержащего добавок) были разделены на четыре серии, которые отличались видом искусственных железистых цеолитов (соотношением между жидким стеклом и железосодержащими веществами при их активации), а составы цементного теста – их количеством.

В серии 4 использовалось исходное жидкое стекло с содержанием силикатов натрия, равным количеству искусственных железистых цеолитов в водных эмульсиях других серий.

Образцы, полученные из цементного теста каждого состава, в возрасте 28 суток подверглись испытаниям на изгиб и сжатие. В первой группе экспериментов исследовалось влияние искусственных железистых цеолитов на активность цемента.

В условиях эксперимента введение в состав портландцемента искусственных железистых цеолитов приводит к увеличению активности портландцемента во всех случаях их применения (в пределах эксперимента), максимальной прочностью при изгибе обладает цементный камень, содержащий искусственные железистые цеолиты в количестве (от массы цемента): 0,5% (серия 10); 0,6 % (серия 20); 0,55 % (серия 30).

При этом, наибольшей по абсолютной величине прочностью как при сжатии, так и при изгибе, обладают составы, содержащие 0,5 % железистых минералов цеолитовой группы, независимо от их соотношения при активации наполнителя. Введение в портландцемент силикатов натрия повышает прочность цементного камня, однако это увеличение по сравнению с активированным наполнителем незначительно.

Таким образом, введение искусственных железистых цеолитов серии 10 в портландцемент в количестве 0,5% от его массы обеспечивает повышение прочности цементного камня.

Во второй группе экспериментов исследовалось влияние содержания активированного наполнителя на активность портландцемента, содержащего 0,5% искусственных железистых цеолитов различных серий.

В условиях эксперимента замена цемента, содержащего минералы цеолитовой группы – продукты взаимодействия наполнителя с силикатами натрия (независимо от их серии), активированным наполнителем приводит к изменению прочности цементного камня.

Увеличение содержания активированного наполнителя до 20% от массы получаемого цемента приводит к повышению прочности. Дальнейшая замена портландцемента активированным наполнителем снижает прочность цементного камня. При содержании активированного наполнителя в количестве 55% от массы цемента прочность системы становится практически равной прочности бездобавочного цемента. При этом введение активированного наполнителя не изменяет влияние исходного соотношения (серий) между силикатами натрия и наполнителем при его активации на активность цемента.

Сравнение влияния видов цеолитов на активность портландцемента показало, что полученные искусственные железистые цеолиты являются более активными по сравнению с алюминатными (природными).

Таким образом, введение в состав цемента активированного наполнителя и минералов цеолитовой группы, полученных при взаимодействии активированного наполнителя с силикатами натрия приводит к повышению активности портландцемента. Замена в получаемом цементе 55% портландцемента активированным наполнителем в присутствии искусственных железистых цеолитов обеспечивает равенство прочностей цементного камня, содержащего искусственные железистые цеолиты и бездобавочного цементного камня.

УДК 72.036

С.А. ЖУКОВ, В.И. ЕФИМЕНКО, доктора техн. наук, проф.,  
В.С. ЖУКОВА, А.В. РУДНИК, магистры, Криворожский национальный университет

## **СТИЛЕВЫЕ ПАРАЛЛЕЛИ В АРХИТЕКТУРЕ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ**

Городская архитектура США и Канады концептуально довольно схожа, так как имеет общие корни и близкую историю.

Начало современной урбанистической архитектуры в Канаде – 60-е годы XX в. Именно тогда была создана Montréal International Exposition или Expo'67. Местом возведения построек выбрали несколько островов на реке Святого Лоуренса. Стиль, в котором были созданы павильоны, назвали Канадским модернизмом (<http://www.canadaway.ru/post/urban-architect.html>).

Montréal International Exposition состоит из трех частей. Первый павильон называется Американским, он представляет собой огромный купол из соединенных между собой металлических компонентов. Он был создан американским изобретателем Бакминтером Фуллером. Второй павильон известен под именем Habitat 67 и представляет собой некое нагромождение бетонных блоков. Эта постройка была спроектирована уроженцем Израиля Моше Сафди. Третий (Немецкий) имеет вид большой палатки, покрытой тканью. Остальные второстепенные здания — это серия огромных построек для проведения различных выставок. Позже к Expo'67 была добавлена ветка метро с большим количеством удивительных по своим архитектурным задумкам станций и серия масштабных развлекательных, торговых и деловых комплексов.

Одним из самых запоминающихся комплексов является знаменитый Place Bonaventure, созданный по задумке архитектора Р.Т. Аффлека в 1964-1967 гг., который представляет собой многочисленные торговые центры, отели и жилые кварталы делового района Монреаля. Архитектура центральной части Торонто также видоизменилась в 60-е гг. В 1964 г. был построен стеклянный небоскреб Toronto Dominion Centre, спроектированный американским архитектором Майсом ван дер Рохом, а в 1968 г. был возведен Торговый суд — огромное офисное здание для американской компании «I. M. Pei and Associates». Нужно обязательно упомянуть и здание Колледжа в г. Скарборо (филиала Университета Торонто) — вереницу соединенных между собой комплексов, созданную по проекту архитектора Джона Эндрюса в 1966 г.

То, что в законченной форме потом станет мировоззрением постмодернизма, было занесено в Нью-Йорк в 40-х годах художником-дадаистом Марселем Дюшаном. Поп-арт противопоставил модернизму отношение иронического пренебрежения, спрятанного под маской революционного радикализма. После поп-арта последовали оп-арт и феноменализм, минимализм и концептуализм, неоэкспрессионизм, нео-гео и одно из последних направлений — «возврат к образу». Из феноменализма пришли Дэвид Флэмин и Дональд Джадд, с их необычным исполь-

зованием неоновом света, а также совершенно отличный от них Ричард Серра, создающий внушающие страх массивные стальные конструкции (неоднократно возникали конфликты из-за его попыток втиснуть их в пространства, где люди хотели свободно двигаться и дышать).

Конец этой череде возникающих и вырождающихся художественных систем подвел деконструктивизм. Если модернизм говорил языком героики, а постмодернизм высмеивал этот героизм, играя на привычке людей к банальным вещам, то деконструктивизм лишает художественной ценности любое произведение искусства. Искусство деконструктивизма недолговечно, на смену ему уже приходит другое художественное направление «Художников Земли», течения, объединяющего в себе архитектуру, скульптуру и новое отношение к окружающей среде. Это работы Роберта Смитсона в стиле Дюшана под названием «Это – не строительные площадки», представлявшие собой груды земли, камней и бревен, и похожая работа Уолтера де Мариа «Земная комната» – помещение, наполненное формовочной глиной. Если художники поп-арта работали с готовыми предметами «рынка» и иронизировали над ними, то Смитсон, де Мариа и другие используют свой материал нейтрально, не презирая его и не романтизируя. От первых экспериментальных работ вскоре был сделан гигантский шаг вперед к таким композициям, как «Спиральная струя» Роберта Смитсона, составленная из массивных бульжников, камня и гидротехнического устройства и установленная на Большом Соленом озере в штате Юта, а также «Поле молний» де Мариа – 400 заостренных стальных шестов, образующих на плато Нью-Мехико решетку длиной в милю, установленных на пути сезонных грозовых бурь. Оба сооружения по замыслу и исполнению входят в число американских «чудес века». Для «Художников Земли» характерно стремление восстановить чувство нравственной цели, спроецированное модернистами. Нэнси Холт, например, работает в общественной комиссии, поставившей целью превратить заваленное мусором огромное плато площадью в 57 акров вдоль магистрали Нью-Джерси, в парк «Небесный холм». Патриция Джохансон занимается созданием городских парков в Техасе и Калифорнии. Создаваемые ею пластины с растительными орнаментами в цементе и камне и увеличенные до гигантских размеров, украсят места отдыха и прогулок.

Мемориал американским солдатам, погибшим во вьетнамскую войну, созданный по проекту Майи Йинг Лин, в 1982 году был установлен в Вашингтоне, округ Колумбия. Эта работа безупречна по форме и величию замысла. Горизонтальным решением, отказом от вертикальных линий, традиционно присущих военным мемориалам, памятник разрушает миф о Валгалле, издавна служивший оправданием скорби о погибших в войнах. Он говорит о том, что нельзя облегчить горе утраты или порвать нити, связующие живых и мертвых. Черная отполированная поверхность мемориала запечатлела имена тех, кого нужно помнить вечно, и отражает лица тех, кто пришел к памятнику. Памятник уходит в землю, он как бы вырастает из нее и являет собой пример последнего стиля, сформировавшегося в архитектуре США.

УДК 666: 624

І.В. ХОРУЖЕНКО, магістр; В.І. АСТАХОВ, канд. техн. наук, доц.

Криворізький національний університет

## **КОНТРОЛЬ ВМІСТУ ПИЛУВАТИХ І ОРГАНІЧНИХ ДОМІШОК В БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШАХ**

Мулисті та пилоподібні домішки в заповнювачах бетонів і розчинів з відходів ГМК можуть утворювати оболонки, аналогічні глинистим оболонкам, або можуть бути й у вигляді маломіцних частинок, не пов'язаних з крупним заповнювачем. У другому випадку ці домішки не повинні бути присутніми в підвищеній кількості, так як через високу питому поверхню мулистих і пилоподібних часток збільшується водопотреба бетонної суміші.

У зв'язку з цим необхідно особливо ретельно контролювати вміст в заповнювачах з відходів ГМК глинистих, мулистих і пилоподібних частинок. У ДСТУ Б В.2.7-215:2009 «Бетони. Правила підбору складу» передбачається, що сумарний вміст цих частинок не повинен перевищувати таких величин (за вагою): 10% для дробленого піску з гірських порід, 3% для природного або дробленого з гравію піску і 1 % для крупного заповнювача. За стандартом даного ДСТУ вста-

новлюються аналогічні вимоги, хоча і проводяться відмінності між бетоном, що піддається в процесі експлуатації стиранню, та іншими бетонами.

Технічними умовами передбачено вміст глинистих часток не вище 1% в дрібному заповнювачі і 0,25% в крупному заповнювачі. Слід зазначити, що в технічних умовах різних країн наводяться різні методи випробувань, тому безпосереднє порівняння результатів випробувань є практично неможливим. Вміст в заповнювачі глинистих, мулистих і пилоподібних часток визначають методом відмучування, описаним у ДСТУ Б В.2.7-215:2009.

У піску з відходів ГМК, як правило, є надмірні домішки, небажані в бетоні. Тому стандартами й обмежується їх вміст. Піски можуть містити шкідливі для бетону домішки: вугілля, пил, глину, гіпс, слюду, сірчаний колчедан, різноманітні органічні домішки, які впливають на властивості бетону, знижуючи його міцність, і у кінцевому результаті, викликаючи руйнування.

Пісок, що залягає під ґрунтовим шаром розкриття кар'єрів, може мати різного роду органічні домішки – продукти, отримані в результаті розкладання рослин і організмів тварин. Такі домішки називають гумусовими кислотами. Вони загальмовують процес твердіння цементного каменю і знижують рівень міцності бетону. Зміст їх визначається за допомогою проби на колір ( колориметричної). Пробну частку піску насипають в мірний скляний циліндр, в який також вливають їдкий натр ( 3%-ий розчин). Отриманий склад залишають відстоюватися на добу. Одночасно готують еталонний розчин, який потрібен для порівняння з розчином, що знаходиться над піском, за кольором. Еталон складається з 195 мл розчину води і їдкого натру (3%), 5 мл розчину таніну (2%) і етилового спирту (1%). Він теж збовтується і настоюється 24 години. Для порівняння використовують тільки свіжовиготовлений еталон. Якщо фарбування розчину над піском – світліше, ніж еталон, то такий пісок для бетону є придатним.

У деяких випадках домішки з органічних речовин забарвлюють розчин в темніший колір, ніж колір еталона, але вони не є шкідливими для приготування бетону. Тоді проводиться наступне спеціальне дослідження.

З досліджуваного піску готують дві однакові бетонні суміші. В одній використовують пісок, попередньо промитий спочатку в вапняному молоці, потім у воді. В іншій суміші пісок промивається тільки у воді. Після затвердіння бетонних сумішей порівнюється міцність отриманих бетонів. Якщо міцність однакова — значить, досліджувані органічні домішки в піску є не шкідливими для бетону.

УДК 622.7: 622.778.4

А.Б. РТИЩЕВ, канд. техн. наук, доц., С.А. ВОЛКОВ, магістрант  
Криворожский национальный университет

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ СЕПАРАТОРОМ

Исследования, проводимые с целью повышения эффективности отделения песка от тонкоизмельченного ферромагнитного материала в барабанных магнитных сепараторах реализовывались по двум основным направлениям: снижение напряженности магнитного поля в зоне извлечения магнитной фракции и предварительная обработка питания сепараторов в магнитных флокуляторах. Наиболее перспективным является создание условий в зоне извлечения магнитной фракции, которые смогут реализовать одновременно оба направления.

Измерение напряженности магнитного поля на поверхности блока БМ-4 ( $Y=0$ ) и построение картины ее пространственного распределения позволили сделать выводы о симметричности магнитного поля по осям  $X$  и  $Z$  и разнице минимального и максимального значений. Дальнейшие исследования были направлены на изучение характера распределения напряженности магнитного поля блока БМ-4 в зависимости от расстояния до его рабочей поверхности. Было отмечено, что с увеличением расстояния от рабочей поверхности магнитного блока разница между минимальным и максимальным значениями напряженности магнитного поля уменьшается, что приводит к ее более однородному распределению и созданию условной, близкой к эквипотенциальной поверхности. При удалении на расстояние  $Y=50$  мм, разница между минимальным (28,8 кА/м) и максимальным (32 кА/м) значениями напряженности магнитного поля

уменьшилась до 3,2 кА/м на поверхности, составляющей  $\frac{3}{4}$  от общей рабочей площади блока БМ-4, а эквипотенциальная поверхность составляет около половины всей площади.

Существование условной поверхности, близкой к эквипотенциальной, при увеличении расстояния от магнитного элемента, говорит о том, что вектор напряженности, расположенный перпендикулярно к данной поверхности, практически не меняет свое направление.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение влияния площади единичного магнитного элемента системы на значения напряженности и характер ее распределения при удалении от рабочей поверхности. Измерение напряженности магнитного поля проводились по центру магнитной системы, представленной тремя вариантами. В первом система представлена набором пяти магнитных блоков БМ-4 с чередованием полярности. Площадь единичного магнитного элемента составляет  $h_1=135 \times 90$  мм. Во втором варианте – набором пяти магнитных блоков, три из которых составляют интегральную однополярную поверхность с общей рабочей площадью  $h_2=135 \times 270$  мм ( $h_2=3h_1$ ). Набор магнитных блоков одноименной полярности с определенными допущениями позволяет считать его как одно целое. В третьем варианте - набором семи магнитных блоков, из них пять составляют интегральную однополярную поверхность с общей рабочей площадью  $h_2=135 \times 450$  мм ( $h_2=5h_1$ ). Анализ полученных результатов и найденные экспоненциальные зависимости для каждой из моделируемых магнитных систем (достоверность аппроксимации – не менее  $R^2=0,9625$ ) свидетельствуют о существенных изменениях силовых характеристик магнитного поля над рабочей поверхностью интегрального однополярного элемента. Увеличение размеров интегрального однополярного элемента до  $h_2=5h_1$  приводит к критическому значению силы магнитного поля, при котором удержание магнитной фракции на рабочем органе сепаратора становится невозможным.

Используя полученные экспоненциальные зависимости значений напряженности от площади однополярного элемента для стандартной магнитной системы сепаратора ( $h_2=h_1$ ) с чередованием полюсов и для экспериментальной ( $h_2=3h_1$ ), найдены расстояния от полюса до точки, где напряженность составляет  $8 \div 24$  кА/м, которая считается оптимальной для процесса селективной магнитной флокуляции. При решении поставленной задачи получены следующие результаты: для стандартной магнитной системы сепаратора ( $h_2=h_1$ ) - 134 мм; - для экспериментальной ( $h_2=3h_1$ ) - 253 мм. На основании измерений напряженности и расчетов градиента напряженности и силы магнитного поля установлено, что увеличение глубины проникновения магнитного поля в  $2 \div 2,5$  раза приводит к уменьшению градиента напряженности в  $1,23 \div 1,32$  раза и увеличению в  $2,77 \div 3,97$  раза силы магнитного поля при удалении от рабочей поверхности барабана сепаратора, в сравнении с показателями стандартной системы.

Из полученных данных следует, что экспериментальная магнитная система сепаратора, где интегральный однополярный элемент в три раза больше размеров смежных стандартных блоков БМ-4 с противоположной полярностью, расположенный непосредственно над зоной извлечения магнитной фракции сепаратора с полупротивоточным режимом работы, позволяет практически в три–четыре раза увеличить время предварительного намагничивания перерабатываемой пульпы в зоне со значениями напряженности, оптимальными для процесса селективной магнитной флокуляции.

УДК 666: 624

І.В. ХОРУЖЕНКО, магістр; В.І. АСТАХОВ, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## **ПЕТРОГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ АМОРФНИХ РЕЧОВИН В РОЗЧИНАХ ТА БЕТОНАХ З ПОБІЖНОЇ СИРОВИНИ**

Петрографічне дослідження визначає в піску з порід розкриття залізородні кар'єрів аморфні різновиди таких речовин, як кремнезем, рудні матеріали, слюда, сірчанокислий і сірчисті з'єднання. Для дослідження зерна піску розбираються під мікроскопом. Розпізнаються мінерали хімічними реактивами й іншими методами. Кремнезем вступає в реакцію з лугом цементу, тому сприяє розширенню новоутворень і руйнування бетону. З лугом також взаємодіють опал, крем-



ній, халцедон. Опал найчастіше безбарвний, рідше білого або сірого кольору, з характерним для нього блиском скла. Халцедон має тонковолокнисту будову, білий, сірий, блакитний або червонуватий колір. Кремнієві породи з вмістом опалу, халцедону і кварцу можуть бути в піску з вапняними і глинистими домішками.

Якщо за допомогою петрографічного аналізу підтверджується наявність даних мінералів і гірських порід, то заповнювач досліджується на здатність до реакції з лугами цементу. Такий метод передбачено ДСТУ Б В.2.7-32-95. Пісок і їдкий натр (розчин) поміщають в термостат з температурою 80°C і витримують добу. Потім визначається маса кремнезему, що розчинився. Пісок відноситься до потенційно здатного матеріалу на реакцію, якщо в дослідних умовах маса кремнезему перевищила встановлену ДСТУ межу. Випробування піску в розчині цементу виявляють його реакційну здатність протягом тривалого часу, приблизно до одного року. На неї вказують деформація розширення і зниження міцності зразків у порівнянні від зразків з тим же цементом і нормальним кварцовим піском. Присутність і допустимий вміст в піску інших домішок, шкідливих для бетону, визначаються аналогічними способами.

За нормою ДСТУ Б В.2.7-32-95, в бетоні, призначеному для гідротехнічного або транспортного будівництва, пісок не повинен містити понад 1% масової частки сірчаноокислих і сірчистих сполук. Перевищення цієї норми може призвести не тільки до корозії бетону, але й корозії залізної арматури.

Шкідливою домішкою є сульфати, а також часточки гіпсу. Вони утворюють із частками цементу особливі сполучення у вигляді тонких голок. Їх часто образно називають «цементною бацилою». Під дією води «цементна бацила» перетворюється у подальшому у рідкий білий слиз, що витікає із бетону. Такий «хворий» бетон є непридатним для експлуатації.

Кар'єрний пісок іноді містить частки, що складаються, в основному, із вапняку. Це послаблює зчеплення піску з іншими складовими бетону. Крім того, у такому піску містяться солі високомінералізованих рудничних вод, що виділяються на поверхні бетону. Наявність солей у гірському рудничному піску може призвести до поглинання бетоном вологи з повітря і, як наслідок, до корозії арматури.

У дослідженнях Агашкіна Е.Е., Демченко А.О. було встановлено негативні наслідки примусового використання солей у бетоні. Було зроблено висновки, що застосування деяких солей є вкрай не ефективним, так як відбувається повне або часткове руйнування бетону. Так, наприклад, зразки з розчину при зануренні конуса 15 см з додаванням солі  $Al_2(SO_4)_3$  всередину почали давати зниження міцності вже після 20 циклу заморожування-відтавання. Можливо, це викликано утворенням таумасіту або великої кількості еттрінгіту, які порушують структуру бетону і призводять до його руйнування. Зразки такого ж складу, що піддавалися випробуванням на атмосферостійкість також показали зниження міцності, щодо контрольного складу, проте – не таке значне. Додавання солі  $NaNO_3$  у розчинну суміш із зануренням конуса 15 см також дає негативний результат при випробуваннях на морозостійкість і атмосферостійкість.

УДК 694:728

С.А. ЖУКОВ, д-р. техн. наук, проф., Ю.В. НЕДАШКОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.  
Криворожский национальный университет

## **ПРОГРЕССИВНЫЕ ТРЕНДЫ В ТРАДИЦИОННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАНАДЫ**

Сегодня существует множество технологий теплого строительства. «Сэндвич-панельная конструкция» известна в мире достаточно давно. Сейчас эта технология вновь вернулась к нам из Канады в модифицированном варианте. В Канаде она доказала свою жизнеспособность и приспособленность к суровому канадскому климату и природным условиям, мало чем отличающимся от наших. Интерес к «канадским» домам в Украине – очень большой, прежде всего потому, что они обеспечивают требования новых ДБН в части теплозащиты зданий.

Каркасные дома – достаточно легкие и не требуют массивных фундаментов, что в значительной степени сокращает стоимость строительства. Надземная часть двухэтажного дома общей площадью в 200 м<sup>2</sup> (даже с учетом облицовки кирпичом), весит всего около 20 т. Поэтому используют малозаглубленную утепленную монолитную плиту или облегченный ленточный

фундамент. Хотя прокладка инженерных коммуникаций при использовании монолитной плиты усложняется, тем не менее в Канаде такой тип фундаментов применяется наиболее часто.

Несмотря на однообразный шаг и сечение стоек и балок, одинаковых домов в Канаде нет – каждый проект выполняется под конкретного владельца. Обычный набор помещений: холл, несколько гостиных, моечная-постирочная, два-четыре санузла, несколько спален, кладовые. Подвал, как правило, неотделанный.

Несущий каркас – из бруса 150×50 мм с шагом стоек 600 мм. Усиленные балки изготавливаются путем соединения вместе трех балок 150×50 мм. Материал, который применяется для обшивки каркаса снаружи – влагостойкая фанера или плиты ОСП (OSB). С наружной стороны конструкция закрывается слоем паровлагоизоляции, препятствующей проникновению в стены дождевой влаги и влаги воздуха. Пространство между стойками каркаса закрывается утеплителем – слоем, толщиной не менее 150 мм. Межкомнатные перегородки, полы и панели перекрытия выполняются из каркасных панелей с утеплителем, что позволяет исключить сквозняки, добиться микроклимата в каждой комнате, существенно снизить шумы. Окна – ПВХ или деревянные, обязательно со стеклопакетами. Начинкой обычно служит базальтовый утеплитель – минвата. Благодаря применению эффективного минерального утеплителя стена каркасного дома по теплопотерям приравнивается к кирпичной стене двухметровой толщины. Даже в сильные холода такой дом надолго остается теплым. При отключении отопления, температура в доме понижается в среднем на 2°C в сутки. Это позволяет экономить до 50% электроэнергии на обогреве, по сравнению с кирпичным домом. Необходимой и достаточной является толщина утеплителя 150 мм. Эта цифра подтверждается теплотехническими расчетами.

Внутреннюю отделку каркасного дома обычно выполняют гипсокартоном. Швы тщательно шпаклюются и штукатурятся. На подготовленную выровненную поверхность наносится краска, либо наклеиваются обои. И внутренний интерьер получается самый современный. Наружная отделка может быть самой разнообразной: фасадная штукатурка кирпич, камень, металлический или виниловый сайдинг. Обычное кровельное покрытие – мягкая битумная типа «Катепал». Но возможно применение любого кровельного материала.

К безусловным преимуществам конструкции, кроме высокого сопротивления теплопередаче, следует отнести то, что деревянный каркас не высыхает и его практически не ведет, что позволяет, не дожидаясь завершения усадки, проводить чистовые отделочные работы.

По расходу материала и трудоемкости каркасные стены – самые экономичные, они требуют в 1,5-2 раза меньше древесины, чем бревенчатые и брусчатые, и при использовании эффективного утеплителя во столько же раз легче их. Кроме того, каркасные стены, в отличие от рубленых, не подвержены усадке. Эксплуатационный срок их службы при надежно работающем утеплителе и хорошей биологической защите составляет не менее 30-50 лет. Что касается сроков, то, не считая подготовительного периода (изготовление деталей каркаса в заводских условиях), для возведения коробки отдельного здания достаточно двух месяцев.

УДК 622.331.06: 65.011.54

СТРІХА В.А., канд. техн. наук, доц., СТРІХА Т.В., магістр,  
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПОШАРОВОГО ВАЛКУВАННЯ ТОРФУ

Як відомо, головною метою сучасних технологій видобування торфу є одержання максимального сезонного збору і якісної продукції при мінімальних витратах. Математично ця мета (з конкретизацією мінімізації витрат часу  $\tau$ ) ілюструється рівнянням  $q/\tau=(1+W_y)i/(W_y-W_k)=i_c=k_1=\max(1)$ , при цьому  $k_1=\rho(1-n)\cdot(1+W_y)\cdot i_c/\gamma_c\Delta W$ , де  $\rho$  – густина торфу в однофазному стані (за попередньою термінологією – густина твердої фази торфу);  $n$  – загальна пористість шару торфу;  $i_c$  – інтенсивність сушіння торфу;  $\gamma_c = \gamma_i / (1+W_i)$  – густина сухої частини торфу при вологовмісті  $W_i$ ;  $\gamma_i$  – густина вологого торфу;  $\Delta W=W_{II} - W_K$  – зміна вологовмісту торфу за час сушіння. Тобто,  $k_1 \rightarrow \max$ , якщо  $i_c \rightarrow \max$ ,  $\tau \rightarrow \min$ ,  $(\gamma_c, \Delta W, n) \rightarrow \min$ . Бажаність змен-

шення  $\Delta W$  є очевидною: найбільш ефективним є той спосіб видобування торфу, який забезпечує максимальну інтенсивність сушіння  $i_C$  при найменшій необхідній кількості вологи, що видаляється  $\Delta W = W_{\Pi} - W_K$ . Зрозуміло, що мінімізація  $\Delta W$  (при прагненні до зменшення кінцевого вологовмісту паливного торфу  $W_K$ ) має і може досягатися лише за рахунок зниження  $W_{\Pi}$ . Якісне осушення покладу – головний важіль впливу на початковий вологовміст  $W_{\Pi}$ . Питання зниження експлуатаційного вологовмісту торфу є кардинальними при розв’язанні задачі, сформульованої наведеним рівнянням, однак це розв’язання пов’язане з інтенсивним осушенням торфяного покладу і виходить за рамки даного дослідження.

Важливо зазначити, що усі наведені міркування щодо інтерпретації рівняння (1) стосуються не лише сушіння торфу в розстилї, а й цілком адекватно характеризують процес зменшення вологовмісту торфу, що відбувається в валку. З іншого боку очевидно, що волога, яка випаровується з валка, є складовою частиною всієї вологи, що видаляється з торфу протягом технологічного циклу. Тому інтенсифікація випаровування вологи, яка досягається його двошаровим формуванням, сприяє зростанню загального значення інтенсивності сушіння  $i_C$  і, відповідно, збільшує критерій оптимізації  $k_1$ .

Як відомо, технологічний процес виробництва фрезерного торфу може бути побудований за одним з двох варіантів залежно від категорії днів сушіння: перший – зі сталою тривалістю технологічного циклу і змінними цикловими зборами; другий – зі змінною тривалістю циклу і постійними цикловими зборами. Для спрощення інтерпретації варіантів згадаємо відомі формули циклового  $q_{\Pi}$  і сезонного  $q_C$  зборів:  $q_C = q_{\Pi} \cdot n = h_p \gamma (100 - w_{\Pi}) / (100 - w_V) \cdot \alpha_3 \cdot n$  (2),  $m/za$ , де  $h_p$  – глибина фрезерування;  $\gamma$  – густина покладу;  $w_{\Pi}$  і  $w_V$  – початкова і умовна (40%) вологості торфу;  $\alpha_3$  – коефіцієнт збору;  $n$  – кількість технологічних циклів протягом сезону.

При першому варіанті організації необхідно прогнозувати категорію днів сушіння наступного циклу і розраховувати глибину фрезерування  $h_p$ , що відповідатиме прогнозованим погодним умовам. При другому варіанті залежність виробництва фрезерного торфу від категорії днів сушіння зростає: за погодних умов, нижче середніх, фрезерна крихта протягом планової тривалості циклу не встигає досягти нормативної вологості.

Вірогідність припинення технологічного процесу через опади зростає. Тому на практиці нерідко використовують гібридний варіант, за яким при стабільно сприятливих умовах сушіння збільшують глибину фрезерування  $h_p$ , а при погіршенні погоди намагаються зменшити. Оскільки через прогрузання опор фрезера у вологий поклад суттєве зменшення глибини фрезерування стає проблематичним, змушено вдаються до подовження тривалості технологічного циклу та (або) допускають певне зростання вологовмісту готової продукції. Найбільшу частоту має повторність з одним, двома і трьома збиральними днями. Класичний дводенний цикл виробництва фрезерного торфу як сировини для брикетування із застосуванням скреперно-бункерного збирального комплексу добре вписується в це.

Пошарове валкування може застосовуватись також за двома варіантами. При першому традиційна дводобова тривалість технологічного циклу видобування торфу може бути залишена незмінною. Корисний ефект від використання двошарового валкування досягається за рахунок кращої чистоти підбирання частинок двовідвальним валкувачем (зростає коефіцієнт збору  $\alpha_3$  у формулі 2) і завдяки інтенсифікації досушування торфу в валку. Таким чином, покращуються два дуже важливі технологічні показники: зростає сезонний збір  $q_C$  торфу і знижується його вологість.

Важливо відмітити, що зростання сезонного збору досягається лише за рахунок підвищення циклового збору  $q_{\Pi}$  при незмінній кількості технологічних циклів  $n$  протягом сезону видобування торфу (див. формулу 2). Можливим є і другий варіант застосування запропонованої методики, за яким корисний ефект отримується завдяки скороченню тривалості технологічних циклів і зростанню їх кількості  $n$  протягом сезону при забезпеченні кондиційної вологості.

Вибір варіанту запропонованої системи валкування має враховувати також такий чинник, як простота організації технологічного процесу і небажаність внесення суттєвих змін у звичний

для виробничого персоналу перебіг роботи. Більшою мірою цим вимогам відповідає перший варіант: технологічні операції виконуються у звичайному, звичному для персоналу ритмі, а кінцевий результат роботи (збільшення кількості видобутого торфу і зниження його вологості) покращується за рахунок зростання сезонного збору і скорішого досихання торфу в валку.

УДК 725

Г.В. ГЕТУН, Т.Л. ЧИРВА, кандидати техн. наук, доц.,  
Б.Г. КРИШТОП, канд. архітект., доц.  
Київський національний університет будівництва та архітектури  
В.М. ЧИРВА, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

## ТЕРМОЕФЕКТИВНІ СТІНИ КАРКАСНО-МОНОЛІТНОГО ЖИТЛА

Важливою проблемою підвищеного теплозбереження багатопверхових каркасно-монолітних житлових будинків є раціональне конструктивне рішення зовнішніх стін, які мають дво- або тришарову структуру з ефективним утеплювачем, розміщеним всередині чи з фасадного боку огорожуючої конструкції.

Для ненесучих фахверкових стін, що спираються на монолітні перекриття каркасно-монолітних житлових будинків, прийнятним є рішення їх у вигляді тришарових огорожуючих конструкцій. У них зовнішній захисний шар товщиною 120...250 мм виконується з лицевальної цегли, внутрішній теплоізоляційний шар - із пінобетонних блоків  $= 300...400 \text{ кг/м}^3$ , або мінераловатних чи пінополістирольних плит товщиною 80...100 мм, внутрішній шар стін з боку приміщень – із цегли товщиною 120 мм. Для забезпечення міцності тришарових стін виконується поперечне армування цегляної кладки прокладанням через п'ять рядів цегли сталевих сіток або стрижньових зв'язків  $d=6...8 \text{ мм}$  з арматури класів А240С та А300С, довжиною 260...360 мм з кроком вздовж стіни 500 мм.

У Німеччині досить ефективно, для запобігання утворенню конденсату на ділянках виступаючих консольних залізобетонних монолітних перекриттів, використовують спеціальні теплоізоляційні елементи ISOPRO із пінопластового короба товщиною 60 мм з арматурою, які замоноличують в рівнях всіх перекриттів по периметру зовнішніх стін. Такі теплоізоляційні елементи здатні витримувати від'ємні моменти на згин та поперечну силу. Довжина окремих елементів складає 500...1000 мм, а розмір консольної плити може досягати 2,1 м.

Більш ефективним, але менш довговічним є захищення від промерзання виступаючої на фасаді частини перекриттів шаром наклеєного водостійкого утеплювача товщиною до 40 мм, який потребує штукатурного опорядження або прикриття алюмінієвим чи сталевим профілем.

За конструктивно-технологічними особливостями варіантні рішення утеплення зовнішніх стін з боку фасадів поділяються на два види: *невентильовані конструкції утеплення* зовнішніх стін, які влаштовують нанесенням штукатурки по шару теплоізоляції та мають назву “термошуба” (цей спосіб включає новітні системи зовнішнього утеплення); *вентильовані системи конструкцій утеплення* зовнішніх стін, які передбачають влаштування теплоізоляції з вентильованим шаром між личкуванням та утеплювачем. В обох випадках для утеплення використовуються плитні ефективні утеплювачі з мінеральних волокон або виготовлені на основі полімерів. Щільне кріплення плит до стіни виконується декількома способами: шурупами з шайбами; спеціальними анкерами з пружними притискувачами; приклеюванням.

Невентильовані конструктивні рішення утеплення зовнішніх стін являються фактично двошаровими конструкціями. Вони складаються з жорсткого утеплювача, закріпленого до стін, на який зверху наносять тонкий шар будівельного розчину, армованого сталевією або пластифікованою сіткою зі скловолна і захищеного декоративною штукатуркою від атмосферних впливів. Матеріалом утеплювачів в таких стінах є кам'яна вата, скловата або пінополістирол.

Для опорядження контурних кромок прорізів, цоколя, карнизів, вуглів та інших виступаючих елементів фасадів додатково використовують арматурну сітку.

Вентильовані системи утеплення зовнішніх стін або “вентильовані фасади” є найбільш ефективним варіантом. Основою конструктивного їх рішення є металевий каркас з вертикаль-

них та горизонтальних елементів (стрінгерів), закріплений анкерами до зовнішніх стін або несучих елементів каркасу, на який навішується лицевальний матеріал: плитний – із кераміки, каменю, етернітових і цементно-піщаних дисперсноармованих плит товщиною від 2 до 50 мм, або листовий - із сталі, алюмінію, міді чи пластмас.

Незважаючи на значні переваги “вентильованих фасадів” перед іншими варіантами утеплення та оздоблення зовнішніх стін, вони не є широко розповсюдженими у сучасному будівництві багатоповерхових житлових будинків. Це пояснюється: ускладненням технології їх зведення; відсутністю необхідної вітчизняної бази з комплексного виготовлення різноманітного та якісного лицевального покриття; високою порівняною собівартістю влаштування.

УДК 694:728

С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., А.А. ПАЛИВОДА, магістр, асистент  
Криворожский національний університет

## **ПРОБЛЕМЫ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИИ КАНАДСКОГО КОТТЕДЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УКРАИНУ**

Принимая решение о строительстве «канадского» дома, украинский потребитель обязательно, вносит поправки в обкатанные многолетней канадской практикой правила проектирования. Эти изменения касаются, прежде всего, конструкции фундаментов т.к. подвалы стараются использовать под гаражи. Опыт показывает, что заглубленные гаражи склонны к подтоплению и компенсировать эту их склонность можно только за счет усложнения инженерных решений и, следовательно, удорожания конструкции.

Второе изменение - использовать чердачное пространство под утепленную мансарду. Это изменение, видимо, тоже обусловлено стереотипом сознания – «использовать площади строения по максимуму». Правда, при использовании соответствующего проекта, воплощение в жизнь этого требования никаких технических сложностей с собой не несет. К чисто нашим особенностям можно отнести и установку усиленных входных дверей с домофоном вместо ажурных остекленных, как это принято в Канаде. Защита оконных стекол специальной пленкой и установка оконных решеток – тоже вынужденная дань нашей реальности.

Но это еще не все изменения. Дело в том, что под удобством дома канадцы подразумевают насыщенность инженерными коммуникациями. В систему коммуникаций входит: канализация, электроснабжение с резервными источниками питания, бесперебойная подача фильтрованной горячей и холодной воды, а также разветвленная система вентиляции, с помощью которой обогреваются и охлаждаются все помещения дома.

Все эти внутренние коммуникации закладываются в проект дома.

Кроме того, большой популярностью в Канаде пользуются централизованные системы уборки, при которых монтируется большой стационарный пылесос с «циклоном» вместо пылеулавливающего мешка, устанавливаемый вне пределов жилой зоны (например, где-нибудь в подвале), а во всех помещениях устанавливаются «розетки» для присоединения пылесосного шланга.

Если с первыми тремя типами инженерных коммуникаций отечественный потребитель в принципе согласен, то с четвертой (система вентиляции, являющаяся одновременно системой отопления и кондиционирования) он не согласен почти категорически.

Пока отечественный потребитель предпочитает привычный котел, работающий на двух видах топлива – газе и в качестве резерва – угле. А между тем системы воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией по скрытым оцинкованным коробам – очень хороши.

Они включаются всего на несколько минут в час и при этом полностью обеспечивает комфортные условия, а также необходимую кратность воздухообмена. В ней предусмотрены фильтры на входе и возможность увлажнения воздуха.

Свои поправки вносят не только потребители, но и производители стройматериалов, и строители. Первые вносят коррективы уже потому, что наши стандарты отличаются от канадских. Так по канадским стандартам пиломатериал должен быть высушен до 19%, а нашим – 22%. А ведь основой канадского коттеджа является именно дерево, точнее – деревянный кар-

кас. И срок службы этого каркаса, а значит и всего дома напрямую зависит от качества древесины. А, как известно, самый главный враг древесины – влажность.

Именно она вызывает гниение и разрушение дерева. Кроме того, что дерево надо тщательно просушить, надо еще и пропитать его специальным составом, чтобы предотвратить в будущем процесс гниения. Но, к сожалению, у нас нет деревообрабатывающих комбинатов, способных производить древесину требуемого качества. Время же – беспощадно к незащищенному каркасу дома.

Довольно часто вместо качественного эффективного утеплителя наши строители используют обыкновенное стекловолокно. Потребителю же разобраться, что именно скрывается за иностранной аббревиатурой, бывает довольно сложно. Не всегда грамотно выполнены гидроизоляция и ветрозащита. Наши стандарты требуют большей степени био- и огнезащитной обработки.

Не исключено возникновение вопросов пожарнадзора по вентиляции гаражей, по устройству помещения котельной, дымоходам, внутренним лестницам, выходам на кровлю, скрытой электропроводке. Незнание канадской технологии также часто вызывает вопросы у вневедомственной экспертизы проектов и государственного архитектурно-строительного надзора.

Поскольку спрос на канадскую технологию возведения домов постоянно растет, то растет и предложение, и заниматься этой технологией начинает все большее число строительных организаций. Но, к сожалению, большая часть из них предлагает канадские коттеджи сомнительного качества.

Обусловлено это прежде всего отходом от четкого соблюдения строительной технологии, что сокращает сроки эксплуатации дома в несколько раз.

УДК 697.621

О.В. ГЕРАСИМЧУК, канд. техн. наук, доц., О.І. КОВАЛЕЦЬ, студентка  
Криворізький національний університет

## **ПРИНЦИПОВІ ПІДХОДИ ЩОДО ПИТАННЯ ВИБОРУ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ТРУБОПРОВОДІВ**

В наш час гостро поставлене питання про енергозберігаючі технології. Розробляються різноманітні схеми утеплення, що застосовуються в різноманітних галузях. Не тільки житлові будівлі, але й промисловість потребує якісного енергозбереження.

Ізоляція трубопроводів необхідна як для підтримання високої температури теплоносія в трубах, так і для попередження промерзання їх вмісту.

Теплоізоляційні матеріали використовують для ізоляції: трубопроводів з гарячим та холодним водопостачанням, паропроводів систем центрального опалення, технічного обладнання, систем водовідведення, труб морозильних систем, систем вентиляції тощо.

Для утеплення труб використовують різні теплоізоляційні матеріали, такі як: рулонні, штучні, заливні, комбіновані, кожухові. В якості теплоізоляції використовують пожежостійкий матеріал, з низькою теплопровідністю наприклад, мінеральну вату. Вона виступає незамінним матеріалом у випадках, коли необхідно ізолювати труби з теплоносієм високої температури.

Мінеральна вата з легкістю витримує близько 650°C. Однак така ізоляція має досить високу собівартість, особливо це стає відчутним при використуванні в значних об'ємах.

Один з найефективніших способів збереження теплової енергії є труби попередньо ізолювані пінополіуретаном. Такі труби виготовляють з вмонтованою всередині теплоізоляцією. Тобто вони складаються з двох оболонок, простір між якими заповнюється пінополіуретаном. Залишається лише з'єднати їх між собою та заізолювати стики.

Наступний вид теплоізоляції виготовляється з пінополістиролу (пінопласту), інша назва «шкарлупа». Виготовляються дві половинки з замками для кріплення шип-паз. Пінопласт давно зарекомендував себе як один з найкращих теплоізолюючих матеріалів. Низькі показники теплопровідності і вологопоглинання роблять цей утеплювач незамінним в деяких галузях. Фізи-

ко-технологічні показники не змінюються протягом 50 років. Низьке вологопоглинання дозволяє використовувати його при високих і низьких температурах.

Близький родич пінополістиролу – піноізол, відрізняється від інших утеплюючих матеріалів способом укладання. Воно проводиться шляхом нанесення цього матеріалу в рідкому вигляді. Усі властивості відповідають властивостям пінопласту, а рідка консистенція дозволяє виконати герметичну конструкцію.

Ізоляція зі спіненого поліетилену – це найпоширеніший вид теплоізоляції труб. Це готові оболонки, що приймають форму труби, огортають та теплоізольовують. Завдяки спіненій структурі даний вид теплоізоляції з легкістю виконує свої функції. Застосовується подібна теплоізоляція для ізоляції труб холодного і гарячого водопостачання, каналізації, вентиляції, а також для морозильних установок, при бетонуванні деяких ділянок труб для ізоляції від агресивної дії цементної суміші. Варто підкреслити, що це найбільш екологічний вид теплоізоляції, бо він не виділяє шкідливих речовин при експлуатації.

Одним з інноваційних засобів теплоізоляції на сьогоднішній день є теплоізоляційна фарба. Її розробили російські вчені та пристосували до сучасного виробництва. В її склад входять керамічні мікросфери, перлит, піноскло та інші наповнювачі, що мають високі теплоізоляційні властивості. Тонкий шар такої фарби здатен замінити сантиметри утеплювача з мінеральної вати і пінополістиролу. Утеплювач даного типу є екологічним продуктом та не потребує додаткової вентиляції. Теплоізоляційну фарбу можливо застосовувати в умовах високих температур. При нанесенні така фарба здатна проникати у важкодоступні місця, чим виконує не тільки функцію теплоізоляції, а й додатково герметизує та захищає від корозії.

Використовуючи теплоізоляцію труб, ми попереджуємо замороження трубопроводні системи та зменшуємо тепловтрати теплоносія при транспортуванні. Усі вище приведені види теплоізоляції розроблені для зниження експлуатаційних витрат. Їх використання гарантують значну економію засобів і безперебійну роботу будь-яких видів трубопроводів.

УДК 628 (075.8)

П.Г. КОМАЩЕНКО, канд. техн. наук, доц., В.А. БУРЫМ, старший преподаватель  
Криворожский национальный университет

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КРИВОРОЖСКОГО ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНОГО ДИСПАНСЕРА №2 В ШИРОВСКОМ РАЙОНЕ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Как считают многие врачи, заболевание проще предупредить, чем его лечить. Именно для этого созданы диспансеры, которые оказывают медицинскую помощь по отдельным направлениям, кроме того проводят регулярную работу по лечебной профилактике.

Проектирование «КУ Криворожский противотуберкулезный диспансер №2 Днепропетровского областного совета» предусматривает два раздела: хозяйственно-питьевой водопровод и хозяйственно-бытовая канализация. Обеспечение подачи воды в помещения современных объектов – задача не единственная.

Не менее важно организовать сток отработанной воды в места, где она пройдет необходимую очистку и станет безопасной для окружающей среды. Практика показывает, что на современном строительном рынке можно приобрести очистные сооружения, как отечественных, так и зарубежных производителей.

На указанном выше объекте очистные сооружения канализации предназначены для очистки хозяйственно-бытовых стоков от санатория-профилактория «Джерело» и базы отдыха «Уют» с доведением их состава до нормативного. Причем, решать сложную проблему отвода бытовых стоков из объектов, стоящих вдали от канализационных коллекторов, или в лишенных канализации поселках, не обходимо, не снижая комфорта потребителя.

Хозяйственно-питьевой водопровод к зданиям противотуберкулезного диспансера предусматривается от переключаемого водопровода Ø160 мм на участке от существующего магистрального водовода «Радужное-Ингулец» диаметром 800 мм до существующего колодца

В<sub>сущ.</sub>7 возле КПП. Перекладка водопровода осуществляется по существующей трассе на существующих отметках. Подключение к магистральному водопроводу выполнено у существующей камеры ГПП «Кривбасспромводоснабжение». Давление в сети в точке подключения – 1,5-2,5 атм. В существующей камере В<sub>сущ.</sub>1 для учета расхода холодной воды проектом предусматривается установка водомера Cosmos WPD (г. Сумы) Ду 65 мм Ру 1,6 МПа. Водопровод запроектирован из полиэтиленовых труб ПЭ100 SDR17 (1,0 МПа) ф160×9,5; 110×6,6; 90×5,4 мм ДСТУ Б В.2.7-151:2008 (ООО «Торговый дом «Евротрубпласт»), а на участке надземной прокладки (на опорах) – из стальных труб Ø159×4,5 мм по ГОСТ 10704-91 в тепловой изоляции из полуцилиндров минераловатных на синтетическом связующем толщиной 80 мм с покрытием из стеклопластика рулонного.

Установка запорной арматуры на водопроводных сетях предусмотрена в колодцах. Участок водопровода Ø160×9,5мм от Уг.18 до В7<sub>сущ.</sub>, попадающий в зону строительства противопожарных резервуаров, подлежит отнесу. Конструкция колодцев принята в соответствии с типовыми проектными решениями 901-09-11.84 «Колодцы водопроводные», из сборных железобетонных элементов (серия 3.900-3.7/82). Все сборные элементы колодцев при монтаже устанавливаются на цементном растворе марки 100 толщиной 10 мм.

Отвод хозяйственно-бытовых стоков от здания прачечной предусматривается в существующую канализацию диаметром 200 мм. Отвод хозяйственно-бытовых стоков от спального корпуса и столовой осуществляется в существующую канализацию диаметром 300 мм. Трубы для самотечной канализации приняты поливинилхлоридные (ПВХ) 160×4,9 SDR 33 (SN8) ДСТУ Б В.2.5-32:2007 производитель ООО «Торговый дом «Евротрубпласт».

Планируемая деятельность объекта позволит выполнить неотложные мероприятия по обеспечению санитарного благополучия потребителей, эффективно использовать рассматриваемый земельный участок, обустроить очистные сооружения согласно современным требованиям с минимальным воздействием на окружающую среду рассматриваемого района, оптимизировать систему очистки вод. Качественный состав очищенных сточных вод должен удовлетворять требованиям Правил охраны поверхностных вод от загрязнения обратными водами и не превышать величину предельно-допустимого сброса (ПДС).

Положительными результатами осуществления строительства в первую очередь является то, что исключается: загрязнение подземных вод за счет фильтрации, утечек и проливов сточной жидкости; засорение и загрязнение почвенного покрова прилегающих территорий за счет фильтрации и утечек; бактериальное загрязнение объектов живой природы, а также распространение ими заразных болезней; химическое отравление и бактериальное заражение, а также негативное влияние на объекты техногенной среды.

УДК 622.35: 624

С.В. ТИЩЕНКО, С.А. ЖУКОВ, доктора техн. наук, проф.  
Криворожский национальный университет

## **ЭКРАНИРОВАНИЕ ЗОН ВЗРЫВАЕМЫХ СРЕД СИЛОВЫМИ ПОЛЯМИ ЗАРЯДОВ**

При взрывном разрушении горных пород в условиях открытой разработки полезных ископаемых защита зданий и сооружений от сейсмических техногенных воздействий, а также качество взорванной горной массы во многом зависит не только от горно-геологической характеристики разрушаемого массива и параметров применяемых взрывчатых веществ (ВВ), но и от методов ведения взрывных работ, включающих в себя способы размещения, формирования и взрывания скважинных зарядов ВВ. Последнее в значительной степени предопределяет характер распределения энергии взрыва в разрушаемом массиве и, в конечном счете, влияет на интенсивность его разрушения. Поэтому вопросу о выборе рационального способа формирования скважинных зарядов должно уделяться особое внимание.

Целью разработанной технологии является снижение затрат по буровзрывному комплексу и более рациональное использование энергии взрыва. Поставленная цель достигается тем, что в способе взрывной подготовки горных пород, включающем в себя бурение в пределах блока



скважин с перебором и до проектного уровня, формирование в скважинах зарядов ВВ одинаковой массы и короткозамедленное их взрывание. На блоке бурят три ряда скважин, причем скважины с перебором бурят в нечетных рядах, а в центральном ряду – без перебура. Взрывание производят секциями по девять зарядов, пять из которых, размещены на сторонах прямого угла, ограничивающего взрываемую секцию со стороны законтурного массива и следующей секции. Контурные заряды взрывают одновременно в первую очередь, а оставшиеся заряды в секции взрывают во вторую очередь.

При взрыве зарядов ВВ, расположенных на сторонах прямого угла, образуется не только экран из систем трещин, ограничивающий остальные заряды серии от законтурного массива, но и создаются напряжения высоких уровней в ограниченном объеме пород, поэтому оставшиеся заряды намного эффективнее разрушают массив, находящийся в напряженном состоянии.

Физическая сущность метода заключается в том, что, создаваемое с опережением ориентированное поле напряжений на контуре массива, ограниченного зарядами, взрываемыми в ультракороткозамедленном режиме с опережением по отношению к внутренним, взаимодействует с полями, формируемыми последними, в несколько фаз:

1. Скачкообразно возрастают напряжения в плоскостях расположения контурных скважин и в массиве по этим плоскостям образуются микро- и макроструктурные нарушения, обуславливающие квазистатическое сжатие массива, заключенного внутри, в дополнение к динамическому от действия расширяющихся продуктов взрыва.

2. Фронт взрывной волны удаляется от контурной плоскости и движется в направлении взорванных внутренних скважин, усиливая напряжения в породе.

3. В контурных плоскостях, вследствие удаления фронта ударной волны, возникают растягивающие напряжения, интенсивно растут микро- и макротрещины и образуется экранирующая щель, отражающая и гасящая волну.

Образование экрана вдоль взрываемых зарядов позволяет больше сконцентрировать энергию взрыва, идущую на продуктивное разрушение породы, намного снизить разрушение законтурного массива, что в свою очередь положительно скажется на его устойчивости, или качестве дальнейшей разработки в случае продвижения горных работ, защитит здания и сооружения от сейсмических техногенных воздействий.

Рациональное использование перебура в данной технологии также позволит уменьшить отрицательное воздействие взрыва на верхнюю часть будущего уступа, ведь, как известно из практики и теории взрывного дела, именно этот фактор в значительной степени обуславливает образование крупных негабаритных фракций при последующей отработке нижележащих слоев пород.

Разработанная технология апробирована на ГОКах Кривбасса, проста в исполнении и не требует дополнительных затрат на ее внедрение.

УДК 624.012.45

О.Ю. ЄРЕМЕНКО, А.С. АМЕЛЬЧЕНКО, кандидати. техн. наук, доц.  
Криворізький технічний університет

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ЕФЕКТИВНИМИ МАТЕРІАЛАМИ**

Метою експериментальних випробувань було дослідження особливостей граничного стану, міцності та деформативності залізобетонних елементів, які працюють на згин, і були підсилені у стиснутій зоні ефективними матеріалами. Необхідність такого підсилення виникає кожного разу, коли конструкція перестає задовольняти вимогам за першою групою граничних станів після її тривалої експлуатації у несприятливих умовах, або коли необхідно підвищити несучу здатність конструкції під нові навантаження.

При підсиленні нарощуванням стиснутої зони напружено-деформований стан підсиленої конструкції можна представити як збірно-монолітної, яка також має дві складові: так званий "старий", як правило, збірний залізобетон і "новий" бетон або залізобетон омонолічування. Під-

силення залізобетонної конструкції спричиняє додаткові зв'язки, які з'являються внаслідок приєднання додаткових матеріалів, що мають інші властивості по відношенню до підсилюваного елемента. Що стосується матеріалів для "нового" бетону, то тут треба відмітити створення за останні роки нових ефективних матеріалів не тільки для нового будівництва, але і ремонту та підсилення конструкцій, таких як полімербетон та сталевібетон.

Використання сучасних матеріалів при підсиленні конструкцій вимагає глибокої оцінки їх переваг та недоліків, способів підсилення, а також відповідних методів розрахунку. У той же час накопичення статистичних даних про механічні властивості ефективних матеріалів дуже відстає від потреб їх успішного використання. У зв'язку з актуальністю цієї теми перед авторами стала задача дослідження роботи залізобетонних елементів, підсилені ефективними матеріалами.

У лабораторії будівельного факультету Криворізького технічного університету було проведено експериментальні дослідження залізобетонних балок, підсилені у стиснутій зоні дрібнозернистим бетоном, полімербетоном і сталевібетонном. При проведенні експериментів ставилася задача визначення несучої здатності балок, встановлення характеру їхнього деформування, а також утворення і розкриття тріщин. Для цього були запроєктовані залізобетонні балки довжиною 2000 мм із поперечним перерізом 200×100 мм у кількості 12 шт. У розтягнутій зоні балок передбачено два стержні з арматури класу 2Ø18 А-III, що відповідає відсотку армування  $\mu = 2,55\%$ .

Програмою досліджень передбачалося підсилення стиснутої зони 9 з 12 балок. При цьому змінюється поперечний переріз балок із прямокутного на тавровий. Розміри поперечного перерізу полки підсилення було прийнято з такого розрахунку, щоб гарантувався перехід балок із класу переармованих у клас нормально армованих, вони склали 180×40 мм. Армування полиці було виконано з арматурних стержнів 2Ø6 А-I, які були об'єднані в плоский каркас за допомогою стержнів А-I, встановлених у поперечному напрямі з кроком 100 мм.

Аналізуючи результати випробувань балок, можна дійти висновку, що застосований спосіб підсилення є досить ефективним. Несуча здатність балок збільшилася у 2.27...2.82 рази, а також значно збільшилася їх тріщиностійкість. Хоча і спостерігається деяке збільшення прогинів та ширини розкриття тріщин підсилені балок у порівнянні з непідсилені зразками, але вони не перевищують гранично допустимих за нормами і є закономірними на фоні значного збільшення руйнуючого навантаження.

Також можна висунути припущення, що міцність зони контакту "старого" та "нового" бетону у даному випадку була визначальною щодо несучої здатності усєї конструкції. Тому для досягнення ще більш ефективних результатів та повного використання міцності розтягнутої арматури слід передбачати додаткові конструктивні заходи для покращення зчеплення між "старим" та "новим" бетоном.

Отримані дані в подальшому можуть бути покладені в основу аналізу порівняння напружено-деформованого стану залізобетонних елементів, підсилені ефективними матеріалами, а також дають можливість проаналізувати роботу матеріалів підсилення.

УДК 666: 624

І.В. ХОРУЖЕНКО, магістр; В.І. АСТАХОВ, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## **ВПЛИВ МІНЕРАЛІЗОВАНИХ РУДНИЧНИХ ВОД НА ПЕРЕТВОРЮВАННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ ІЗ ЗАПОВНЮВАЧАМИ З ПОРІД РОЗКРИТТЯ КАР'ЄРІВ ГЗК**

Дуже великий вплив на кінцеву якість та міцність бетону, приготовленого з використанням відходів гірничих підприємств, особливо – за наявності в останніх мінералізованих рудничних вод, справляє цемент. Чим дрібніше помел клінкеру – тим вищою є його в'язуча здатність, і, відповідно, тим міцнішим буде бетон, та навпаки. Тому доцільним є використання цементу надтонкого помелу. Від дрібності помелу залежить і такий важливий показник в'язучого, як активність. Активність безпосередньо пов'язана з марочною міцністю цементного в'язучого.

Для приготування різних видів бетону використовують і різні типи цементу. Його вибір залежить від виду споруди, для якої готуються ті або інші види цементного бетону. Конструкції, які працюють в умовах агресивних середовищ, вимагають спеціальних видів цементного в'язучого. Зокрема, найбільше використовуються різні види сульфатостійкого цементу. Завдяки своїй стійкості до солей, сульфатостійке в'язуче дозволяє виробляти бетон, що не піддається руйнуванню при впливі на нього агресивних середовищ (наприклад – технологічних стоків).

Як правило, такі види бетонних сумішей виробляють на заводах, орієнтованих на випуск мостових конструкцій, залізобетонних елементів гідроспоруд і т.д. У більшості ж випадків застосовуються звичайні види бетону товарного, що має достатні характеристики морозостійкості і водонепроникності.

Для замішування бетонної суміші без обмежень можна використовувати воду, що має показник рН не менше 4, тобто – не кислу. Крім цього, вода не повинна містити сульфатів більше 2700 мг/л (у перерахунку на  $SO_4$ ) і всіх солей сумарно не більше 5000 мг/л. Забороняються до використання болотні та стічні води. У сумнівних випадках придатність води для приготування бетонної суміші необхідно перевіряти шляхом порівняльних випробувань зразків, виготовлених на даній воді й на звичайній водопровідній.

Для приготування бетонної суміші можна використовувати й промислові солоні води, що задовольняють названим вище умовам. Насамперед, якщо вода для замішування – дуже солоня, то для приготування бетону чи розчину не можна використовувати глиноземистий цемент. В усіх випадках, коли для замісу немає нормальної води, слід звернутися за консультацією до виробників цементу. Наприклад, загальна кількість розчинених твердих речовин (солей) у воді кар'єрних скидів складає близько 30000-37000 мг/л. З них, як і в морській воді, приблизно 2000 мг/л є сульфатами (в основному – сульфат магнію) і 18 000 мг/л – хлоридами (в основному – хлорид натрію).

Встановлено, що наявність сульфатів в нормальній воді кар'єрних скидів, що використовуються для приготування бетону і розчину на портландцементі, не призводить до значного зниження міцності і проникності бетону протягом тривалого проміжку часу. Хлориди прискорюють тужавлення і тверднення цементу.

Загальний вплив розчинених солей у кількості 32000 мг/л у воді для замішування може викликати значні вицвіти на зовнішніх поверхнях бетонних елементів. Хлористий натрій є дуже агресивним по відношенню до чорних металів, тому докладний розгляд впливу концентрації хлориду може виявитися вельми корисним.

Для поливання бетону при догляді за ним у перші 10 діб слід застосовувати ту ж воду, що і для приготування бетону.

Відомо, що властивості бетону в значній мірі визначаються технологією його виготовлення. Вони нерозривно пов'язані з характеристиками обладнання для приготування та ущільнення бетонної суміші, температурними і вологісними умовами твердіння бетону, залежать від малих кількостей добавок, що вводяться при замішуванні бетону, та інших параметрів технології. Тому необхідно знати, з одного боку, найбільш загальні відтворювані кількісні характеристики бетону, а з іншого – врахувати можливі зміни цих характеристик під впливом технології, включивши в той же час випадкові дані та випадково впливаючі фактори .

УДК 622.271:624

С.В. ТКАЛІЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., С.О. ФЕДОРЕНКО, ст. викладач  
Криворізький національний університет

## **УМОВИ ДОВАНТАЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА ВИДОБУТКОМ ЗАБАЛАНСОВИХ ЗАПАСІВ ТА БУДІВЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ**

У випадку, коли з залученням у розробку забалансових запасів руд при конверсії рудника (розширенні продуктивного використання нерудної, будівельної, побіжної сировини) знижується коефіцієнт вилучення з надр балансових запасів або змінюється технологія, економічна доцільність розробки забалансових запасів (для підтримки рудопереробних потужностей) ви-

значається на основі порівняння двох варіантів: I — відпрацьовуються тільки балансові запаси; II — спільно обидва види запасів. Для кожного з варіантів визначаються: цінність кінцевої продукції ( $C_{e1}$  і  $C_{e2}$ ); витрати на видобуток і переробку всієї копалини з цієї ділянки ( $B_1$  і  $B_2$ ); прибуток на одиницю балансових запасів, що погашаються,  $B$ :  $Pr_1=(C_{e1}-B_1)/B$  і  $Pr_2=(C_{e2}-B_2)/B$ . Забалансові запаси з економічної точки зору доцільно втягувати в розробку, якщо  $Pr_1 \leq Pr_2$ .

Визначення річних обсягів будівельної сировини та руд і якості руд із забалансових запасів, виконується з урахуванням вимоги, що на підприємстві, при залученні їх у розробку, не повинен знижуватися річний обсяг кінцевої основної продукції і зростати її собівартість. Виконання цієї вимоги забезпечується при дотриманні двох умов:

1. Видобуток із забалансових запасів повинен провадитися додатково до балансових; при цьому видобуток із балансових запасів  $A_B$  повинен залишатися незмінним в порівнянні з базовим варіантом  $A_\delta$ , тобто  $A_B=A_\delta=\text{const}$ , що є можливим лише за наявності на підприємстві вільних виробничих потужностей.

2. Середня якість руди з забалансових запасів  $az$  повинна бути не меншою мінімально припустимої якості  $az_{\min}$ , за якої собівартість кінцевої продукції залишається на рівні базового варіанта  $az \geq az_{\min}$ .

Мінімально припустима якість видобутої руди з забалансових запасів, за якої собівартість сумарної кінцевої продукції з них і балансових запасів  $z_k$  залишається на рівні базового варіанта  $z_{k,\delta}$ , визначається за формулою:

$$az_{\min} = a_\delta \{ [1 - (d_3/a_\delta)k_\delta(1 - \gamma_{ne}\Delta A_\delta)/\Delta A_\delta] - 1/\Delta A_\delta \},$$

де  $a_\delta$  - середня якість руди, видобутої в базовому варіанті;  $\Delta A_\delta$  - відношення річних обсягів видобутку з забалансових запасів  $A_z$  до базового варіанту  $A_\delta$  ( $\Delta A_\delta = A_z/A_\delta$ );  $k_\delta$  - показник, що дорівнює відношенню коефіцієнтів витягу корисного компонента при переробці руди базового варіанту  $k_{\delta,\delta}$  і розглянутого  $k_{cp}$  ( $k_\delta = k_{\delta,\delta}/k_{cp}$ );  $\gamma_{ne}$  - частка перемінної частини витрат у собівартості видобутку (переробки) 1 т руди в базовому варіанті, частки од.;  $B_\delta$  - собівартість видобутку і переробки 1 т руди в базовому варіанті, грн/т;  $d_3$  - величина зниження собівартості видобутку і переробки 1 т руди при спільній розробці балансових і забалансових запасів, що відбувається тільки за рахунок зміни технології видобутку і питомого обсягу підготовчих робіт у порівнянні з базовим варіантом, а також урахування тільки майбутніх витрат на видобуток і переробку забалансових корисних копалин та будівельної, побіжної сировини.

Так як мінімально припустима якість  $az_{\min}$  за інших рівних умов змінюється в залежності від частки забалансових запасів, що утягуються у видобуток ( $\Delta A_\delta = A_z/A_\delta$ ), то, змінюючи обсяг видобутку з забалансових запасів  $A_z$ , знаходять таку припустиму величину  $az_{\min}$ , яка буде дорівнювати середній якості корисної копалини, видобутої з забалансових запасів  $az$ .

Граничний річний обсяг видобутку корисної копалини з забалансових запасів  $A_{zn}$  не повинен перевищувати різниці між річною потужністю підприємства по видобутку і переробці корисної копалини  $A_{nom}$  і річною продуктивністю в базовому варіанті  $A_\delta$ :  $A_{zn} \leq (A_{nom} - A_\delta)$ .

При якості корисної копалини, видобутої з забалансових запасів  $az$ , рівній припустимо мінімальній  $az_{\min}$ :

річна виробнича потужність підприємства по видобутку і переробці основної (рудної) корисної копалини зростає в  $(1 + \Delta A_\delta)$  рази;

обсяг кінцевої продукції, що випускається,  $Q_k$  зростає в  $(1 + \Delta A_\delta \Delta a_\delta)/k_\delta$  рази; де  $\Delta a_\delta$  - відношення якості корисної копалини, видобутої з забалансових запасів, до якості в базовому варіанті,  $\Delta a_\delta = az/a_\delta$ , частки од.;

собівартість кінцевої продукції  $v_k$  залишається на рівні базового варіанта  $v_k = v_{k,\delta}$ ;

річний прибуток підприємства  $Pr$  зростає в стільки разів, у скільки збільшується обсяг кінцевої залізородної продукції:  $Pr = Pr_{\delta,зрн}(1 + \Delta A_\delta \Delta a_\delta)/k_\delta$ , грн/рік, де  $Pr_\delta$  - річний прибуток підприємства в базовому варіанті, грн/рік; а також будівельної, побіжної сировини.

Доцільність залучення в розробку забалансових запасів і будівельної, побіжної сировини визначається з умови, за якої приведені витрати на одиницю кінцевої продукції з забалансових запасів при конверсії підприємства  $v_{n,з}$  не перевищують таких витрат при будівництві нового підприємства  $v_{n,нов}$ :  $v_{n,з} \leq v_{n,нов}$ .

С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет  
С.В. КАЛЬЧУК, канд. техн. наук, доц.,  
Житомирский государственный технологический университет

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КВАЗИСТАТИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В МОНОЛИТЕ ПРИ ЕГО НАГРУЖЕНИИ В СУБДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Для упрощения аналитического исследования процессов примем идеализированную определенным образом модель среды. Рассмотрим однородный изотропный элементарный блок в форме параллелепипеда из идеально упругого материала. У края блока имеется  $N_{ш}$ , сквозных отверстий, соответствующих шпурам, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. Расстояние между центрами отверстий обозначим через  $a_{ш}$ . Линия, соединяющая центры отверстий, направлена параллельно плоскости  $A$ . В плоскости  $A$  блок представляет собой единое целое со всем массивом. Между основанием блока и массивом имеется однородная плоскопараллельная постельная (первично-пластовая) трещина. Считаем две стороны блока свободными, а третью – боковую – условно свободной, так как она образуется трещиной одной из систем крутопадающих трещин, что соответствует реальным условиям его выкола. В силу этого блок имеет возможность перемещаться вдоль плоскости  $B$  с коэффициентом трения  $k_{мпр}$ .

В отверстиях блока, к его стенкам, при помощи пироклинового устройства приложена пара противоположно направленных сил, причем каждая из них равномерно распределена по всей длине его цилиндрической поверхности. Считаем, что зазоры между распорными щеками и поверхностью шпуров отсутствуют. Тогда блок можно рассматривать как состоящий из  $N_{\delta}$  идентичных фрагментов, представляющих собой условно однородный стержень с отверстием.

Таким образом, задача сводится к расчету напряжений, возникающих в стержне при центральном нагружении с учетом сил трения между основанием и плоскостью  $B$ . Учитывая направленность действия устройства, будем рассматривать только продольные силы.

Поскольку на практике  $2r \ll l$ , и, тем более,  $2r \ll L$ , силой трения в промежутке  $2r$  пренебрегаем. На участке  $l$  стержня ( $l < x < L$ ), действует только сила  $F_{m1}$ . В условиях равновесия сумма проекций всех сил, действующих в сечениях 1-го участка стержня на ось  $X$ , должна быть равна нулю, т.е.  $-F_{m1} + P_1 = 0$ , где  $P_1$  – упругая продольная сила в любом сечении 1-го участка стержня. На 2-м участке стержня ( $l-r < x < l+r$ ) имеем  $-F_{m1} + F + P_2 = 0$ , где  $P_2$  – упругая продольная сила в любом сечении 2-го участка стержня. На 3-м участке ( $0 < x < l-r$ ):  $-F_{m1} + F - F + F_{m3} + P_3 = 0$ , или  $-F_{m1} + F_{m3} + P_3 = 0$ , где  $P_3$  – упругая продольная сила в любом сечении 3-го участка стержня.

Очевидно, что на ослабленном шпуром участке 2 имеет место нормальное напряжение растяжения, а участки 1 и 3 находятся в состоянии сжатия.

Среднее значение продольной растягивающей силы на 2-м участке (плоскость раскола блока) по модулю равно  $|P_2| = (F - F_{m1} + F + F_{m1} + F_{m3})/2 = F + F_{m3}/2 - F_{m1}$  (1)

Силы трения  $F_{m1}$  и  $F_{m3}$  определяются из выражений:  $F_{m1} = \sigma_m [L - (l+r)] H g a k_{мпр}$ ;  $F_{m3} = \sigma_m (l+r) H g a k_{мпр}$ , где  $g$  – ускорение свободного падения.

Подставляя полученные выражения в (1), и, учитывая, что  $a = L/N$ , получим

$$|P_2| = [F - \sigma_m H b g k_{мпр} / N] (L - l/2 + 3/2 r) \quad (2)$$

Продольное растягивающее напряжение на 2-м участке стержня следует определять с учетом местных концентраций напряжений в области шпура:

$$\sigma_{\square} = \left| \sigma_{\square} \right| \sigma_{\square} = \left| P_2 \right| \sigma_{\square} / S_{\text{эф}} \quad (3)$$

где  $S_{\text{эф}} = H(a - 2r + \square r)$  – эффективная площадь поперечного сечения на 2-м участке стержня.

Подставляя (2) и выражение  $S_{\text{эф}}$  в (3), получим

$$\sigma_{\square} = \left[ \sigma_{\square} / H(b/N - 2r + \square r) \right] [(F - \sigma_m H b g k_{мпр} / N)(L - l/2 + 3/2 r)] \quad (4)$$

Для откола блока в условиях статического нагружения необходимо, чтобы  $\sigma_{\square}$  не превышало критическое значение растягивающего напряжения  $\sigma_{кр}$  для материала блока.

Значение статической силы  $F$ , при которой происходит откол блока, можно найти из выражения (4), подставив в него  $\sigma_{\square} = \sigma_{кр}$ :  $F > \sigma_{кр} H(b/N - 2r + \square r) / \sigma_{\square} + \sigma_m H b g k_{мпр} / N(L - l/2 + 3/2 r)$ .

О.В. ГЕРАСИМЧУК, канд. техн. наук, доц., В.В. САВІН, асистент,  
О.О. МАЛЕВИЧ, канд. техн. наук, доц, Криворізький національний університет

## ГОФРОВАНІЙ КУТКОВИЙ КОАГУЛЯТОР ЯК ПИЛОВЛОВЛЮВАЧ

Одним з основних джерел викидів в атмосферу є промислові підприємства. В атмосферу в даний час викидається безліч різних шкідливих речовин, що мають антропогенний характер виникнення. Багато забруднень осідають з атмосфери та, потрапляючи у воду і ґрунт, отруюють їх.

Останнім часом захист довкілля від шкідливих викидів став однією з найгостріших проблем сучасності. Вирішити цю проблему можна завдяки сучасним методам очищення викидів. Одним з таких методів є мокре пиловловлювання.

У процесах мокрого пиловловлювання велику роль відіграє коагуляція часток пилу, яка відбувається з різних причин.

Гофрований кутковий коагулятор призначений для попередньої обробки запилених газових потоків з метою підвищення ступеню очистки газу від пилу, підвищення їх строку служби та полегшення експлуатації.

Принцип роботи гофрованого куткового коагулятора заснований на ефективному осадженні пилових часток з потоку на зрошувани водою осаджувальні гофровані елементи завдяки різкій зміні швидкості й напрямку руху потоку та уловлювання пилових часток, які пройшли через коагулятор.

Гофрований кутковий коагулятор рекомендується застосовувати при уловлюванні пилу, не схильного до цементації (наприклад, рудного пилу).

Він може бути встановлений перед будь-яким мокрим пиловловлювачем з дотриманням наступних умов, необхідних для надійної його роботи: максимальне наближення до краплєвловлюючої частини пиловловлювачів, середня швидкість газового потоку перед коагулятором повинна перевищувати 7 м/с.

Найбільш прийнятна конструкція гофрованого куткового коагулятора – це декілька рядів зрошуваних водою пластин, виконаних у вигляді гофри, при цьому площа, яка утворює гофру, виконана під кутом, який перевищує природний кут осідання уловлених часток, що дозволяє збільшити швидкість осідання.

Основними конструктивними параметрами гофрованого куткового коагулятора є: ширина міделевого перетину одиничного кута гофрованої пластини  $l$ ; відстань між кутами гофрованої пластини в ряду  $a$ ; відстань між рядами кутів гофрованої пластини  $b$ ; щільність упаковки одного ряду гофрованого коагулятора:  $\kappa = \kappa = (a + l) / a$ .

Щільність упаковки двохрядного гофрованого куткового коагулятора  $\kappa = (a + l) / b$ ; кут нахилу гофрованого куткового коагулятора до вісі потоку повітря  $\lambda$ .

Ефективністю пилозатримання гофрованого куткового коагулятора є відношення кількості уловленого гофрованим коагулятором пилу до всього пилу, що поступає на нього за певний проміжок часу.

При вимірі кількості пилу в одиницях ваги ефективність пилозатримання розраховується за формулою

$$\eta = \frac{q}{V} \cdot 100, \%,$$

де  $q$  – вага затриманого пилу;  $V$  – вага пилу, що надходить на коагулятор.

Істотний вплив на ефективність пилозатримання має початкова концентрація, повітряне навантаження, змочуваність, дисперсність пилу і тому подібне.

Збільшення витрати води сприяє зростанню маси дрібних крапель, для уловлювання яких необхідний вибір вискоелективних краплєвловлювачів.

Найбільш прийнятними краплєвловлювачами можуть служити: для незначних витрат води (близько 100 г/м<sup>3</sup>) – пластинчасті, для витрат води 100 г/м<sup>3</sup> і більше - циклони та скрубери.

## Список літератури

1. Малевич О.О., Савін В.В., Герасимчук О.В. Патент на корисну модель № 65069 «Тонкошаровий відстійник».
2. П.А.Коузов, Л.Я.Скрябина. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей. – Л.: Химия, 1983. – 144 с.
3. Г.М.-А. Алиев. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
4. М.Г.Зиганшин, А.А.Колесник, В.Н.Посохин. Проектирование аппаратов пылегазоочистки.–М.:«Экспресс-ЗМ»,1998.-505с.

УДК 691.32

М.М. ТАТАРЕНКО, ст. викладач, Є. ЄФІМЕНКО, студент  
Криворізький національний університет

### СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ЗАСТОСУВАННЯ ПІНОБЕТОНУ В МОНОЛІТНОМУ БУДІВНИЦТВІ

Пінобетон, як будівельний матеріал відомий вже давно. Але застосування монолітного пінобетону – це новий погляд на багатоповерхове і малоповерхове будівництво. Переваги монолітних конструкцій полягають у високій швидкості монтажу і технологічності виробництва у порівнянні з традиційними технологіями зведення будівель і споруд з цегли та блоків, а також досягається прямий економічний ефект, так як вартість монолітного пінобетону, з урахуванням роботи, нижче вартості блоків або цегли. Крім того, виключаються витрати на транспортування, завантаження-розвантаження, мурувальні роботи тощо.

В залежності від заданих теплофізичних характеристик майбутньої стіни може використовуватись пінобетон різних марок і властивостей. Так, він може бути легше і тепліше (D400-D600), або навпаки, важче і міцніше (D700-D1200).

Застосування монолітного пінобетону щільністю 250...300 кг/м<sup>3</sup> дозволяє виготовляти огороджуючі конструкції стін товщиною шару пінобетону 250...300 мм, що відповідає теплозахисту цегляної кладки товщиною 1,5 – 2 м.

В каркасному багатоповерховому домобудуванні заміна мінеральних або пінополістирольних утеплювачів монолітним пінобетоном забезпечує пожежостійкість і довговічність будівель. Завдяки достатній паропроникності матеріалів, при використанні нез'ємної опалубки «що дихає» (з деревини, арболіту, ніздрюватого бетону, цегли тощо) не має потреби обов'язкового застосування припливно-витяжної вентиляції.

Принципово вся технологія зводиться до використання з'ємної або нез'ємної опалубки і заливанні в неї неавтоклавного пінобетону.

Пінобетон, який виготовляють за безавтоклавною технологією, має переваги у порівнянні з іншими будівельними стіновими і теплоізоляційними матеріалами:

- низька щільність і, відповідно, низькі вагові навантаження на перекриття, балки і фундамент;
- низька теплопровідність, що дозволяє зводити будівлі без використання додаткової зовнішньої теплоізоляції;
- висока пожежобезпечність;
- низьке водопоглинання завдяки закритій пористості;
- високі показники звуко- і шумоізоляції;
- доступність і незначні ціни на вихідні компоненти;
- легкість обробки готових виробів;
- екологічність.

Основним же недоліком пінобетону можна вважати неоднорідність його структури по висоті шару бетонування. У нижній частині монолітної конструкції пінобетон має більшу щільність ніж у верхній. Це пов'язане у першу чергу з відтоком води по каналах Плато і руйнуванням пінних кульок у пінобетоні. При цьому, застосування прискорювачів твердіння не завжди призводить до бажаних результатів.

Одним зі способів вирішення цієї проблеми може стати використання пінобетонів, що виготовлені за новою технологією з застосуванням попередньо мінералізованої піни. Така піна є більш міцною і стійкою у часі. Результати дослідів, які були проведені в будівельній лабораторії ДВНЗ «КНУ» підтверджують, що використання у якості мінералізатора піни залізовмісних мінеральних комплексів, дозволяє отримати пінобетон різноманітної щільності з рівномірною структурою і низькою усадкою навіть без застосування стабілізаторів і прискорювачів твердіння цементного каменю. Це може дозволити вести бетонування огорожувальних конструкцій більш високими шарами, що зменшить трудомісткість і вартість робіт, скоротить строки будівництва і при цьому не позначиться на якості готового пінобетону.

#### Список літератури

1. Сажнев Н.П. Ячеистый бетон – современный строительный материал [Текст] : Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: Сб. науч. тр. / Сажнев, Н.П., Сажнев Н.Н. – Днепропетровск, 2005. – С. 25–32.
2. Кругляков П.М. Пена и пенные пленки / П. М. Кругляков, Д. Р. Ексерова. – М. : Химия, 1990. – 432 с.
3. Татаренко, Н.Н. Использование пен минерализованных железистыми комплексами для производства пенобетона [Текст] / Н. Н. Татаренко // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури / М-во освіти і науки України, Донбаська нац. академія будівництва і архітектури. – Макіївка, 2013. – Вип. 2013-1(99) : Сучасні будівельні матеріали. – С. 32–36.

УДК 666.94.015.7

Л.В. КАДОЛ, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

### ПУТИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ МОДИФИКАЦИИ БЕТОНА

Вопросы долговечности конструкций, эксплуатируемых в Приднепровском регионе, связаны с эксплуатационными характеристиками бетона при взаимодействии с агрессивными подземными водами. Анализ показывает, что грунтовые воды Приднепровья имеют сульфатный состав с общей минерализацией 3-5 г/л, а дисперсность сухого остатка составляет 2900-4200 см<sup>2</sup>/г. Поэтому основной причиной разрушения бетона при проникании в него сульфат-ионов является сульфатная коррозия, при которой в порах бетона образуются соли гидросульфата алюмината кальция двух форм – высокосульфатной (C<sub>3</sub>A/CS/3H<sub>31</sub>) и низкосульфатной (C<sub>3</sub>A/CH<sub>12</sub>). Форма C<sub>3</sub>A/CS/3H<sub>31</sub> образуется с увеличением молекулярного объёма в 2,6 раза по сравнению с первоначальными продуктами реакции. Кристаллизационное давление граней растущих кристаллов сульфатных фаз (особенно высокосульфатной формы) в жёсткой, уже сформировавшейся структуре цементного камня и бетона на разнообразных вяжущих, приводит к образованию микротрещин и разрушению структуры. Наличие в минерализованных водах ионов натрия, магния, калия, хлоридов даёт возможность реакциям с выделением нескольких сульфатсодержащих фаз, в том числе и гипса, который формируется также с увеличением молекулярного объёма с соответствующими отрицательными последствиями понижения коррозионной стойкости.

Установлено, что большую роль в процессах разрушения бетона и железобетонных конструкций играет капиллярный подсос. Бетон с пористой структурой подвергается водонасыщению и при испарении влаги на границе раздела выкристаллизовывается большое количество солей, создающих поле внутренних структурных напряжений в теле бетона.

На стадии общего и предпроектного анализа четко формулируется задача исследования и конструирования, определяются критерии эффективности. При проектировании типовых технологических процессов и конструкций обычно используются общие критерии и количественные зависимости. В то же время при проектировании технологических процессов для конкретных предприятий и условий производства, при разработке региональных и внутривозвездских мероприятий по ресурсосбережению общие количественные зависимости не будут адекватны реальным условиям из-за различия свойств применяемых материалов, особенностей изготовления конструкций и т.п. Применение выводов, полученных на основе общего анализа, к конкретным условиям производства может оказаться таким же ошибочным, как использование ре-



зультатов отдельного локального анализа для общих рекомендаций. Поэтому для конкретных условий оптимизация может быть выполнена только на основании конкретных критериев и зависимостей, учитывающих специфику конкретных условий производства.

Таким образом, концепция оптимальности в рассматриваемом подходе является более широкой, чем в традиционном. Оптимальность технологических решений рассматривается как наилучший вариант, обеспечивающий требуемые технические свойства бетонной смеси и бетона при наименьших издержках производства с учетом ограничений на ресурсы. Оптимальность конструкционного, строительно-технологического и эксплуатационного уровней рассматривается с позиции выбора наиболее эффективных технических свойств бетона.

УДК 239.42: 622.35

С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., С.А. ВОЛКОВ, магистрант  
Криворожский национальный университет

## **АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА КОНСТРУИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ БАШЕННЫХ КОПРОВ**

В настоящее время большинство действующих шахт нуждаются в реконструкции подъемных установок, а следовательно – и башенных копров, альтернативы которым пока не существует, в связи с чем целесообразно проанализировать конструктивные особенности этих объектов на наибольших шахтах Западной Европы для обоснования оптимальных для Украины.

Башенные копры шахт «Блвотбергет», «Кальмура», «Будос», «Кируна-Центральная» выполнены в монолитном железобетоне с несущими стенами, переменными по высоте, имеют прямоугольную форму в плане: первый – 11,5×11,5 м (высота 48 м, до машзала - 40,0 м), второй – 8×8 м (высота – 67 м, до машзала - 57,6 м), третий - 10×10 м (высота 40 м), четвертый - 12×12 м (высота 60 м). Стены первого копра возводились в обычной стационарной, остальных – в подвижной опалубке; ж/б перекрытия – монолитные плиты без ребер, под машзалом - ребристые, покрытие – плоское. Толщина стен сетвертого копра до отметки +20 м – 500 мм, выше – 300мм с утеплителем. Снаружи стены облицованы алюминиевыми листами, перекрытия - ж/б монолитные толщиной 200 мм. Покрытие - из сборных ж/б плит.

Башенный копер шахты «Туоллуваара» - цилиндрический, диаметром 12,5 м, высотой 76,5 м. Стены - ж/б монолитные, переменной толщины по высоте возводились до 20 м в стационарной, выше - в подвижной опалубке. Перекрытия и покрытие – из монолитного железобетона.

Среди башенных копров Финляндии наиболее характерными являются копры шахт «Керетти» и «Ристонего». Они имеют прямоугольную форму, первый в плане 10,34×3,37 м, высотой 95,27м, второй - 11,6×10,6 м, высотой 82,5 м. Стены - ж/б монолитные, толщиной, соответственно, 250 и 300мм, выполненные в подвижной опалубке. Перекрытия - ж/б балочной конструкции. Покрытие - ж/б монолитное. Скорость бетонирования стен достигала 4м в сутки. Все строительство копра было выполнено за 14 недель. Башенные копры на рудниках «Отанмаки», «Тюгюри» и «Олиярви» выполнены аналогично.

Копры шахт Германии конструктивно выполнены следующим образом.

*Копры шахт «Гуго-8» в Гильзенкирхен-Буере и «Ганнибал» в Бахум-Хонитедде.* запроектированы в блоке с другими зданиями шахтной поверхности, имеют прямоугольную форму в плане, выполнены в металлическом каркасе с обшивкой снаружи стальными листами ребристого профиля и не имеет проемов и окон. Копер шахты «Дальхаузер Тидрбау» выполнен в виде четырех пилонов прямоугольного сечения, несущих закрытое помещение машзала.

*Прямоугольные в плане копры шахт «Эрнст Тенгельман» в Эссен-край и шахты «Анна-1»* выполнены с несущим металлическим каркасом с наружной облицовкой и вертикальным остеклением.

*Шахта «София-Якоба» в Хьюкельковенс.* Копер имеет прямоугольную форму в плане, одна из сторон прямоугольника выполнена по дуге с центральным углом 180°. Стены копра – несущие из монолитного железобетона.

*Шахта «Гоулей».* Копер имеет прямоугольную форму в плане с выступающими вдоль длинных сторон эркерами, стены – несущие из монолитного железобетона.

В Англии при строительстве башенных копров применяется сборный преднапряженный железобетон – самый дешевый, прочный, эластичный заменитель дефицитного металла в каркасе при действии значительных ударных нагрузок, возникающих при переподъеме сосудов. Подобные копры построены на шахтах «Валейфилд», «Сифилд» и др. На шахте «Кирколди» копер выполнен с несущими стенами из виброштампованных сборных железобетонных элементов

*На шахте «Киллох» (Шотландия)* копер решен в виде открытого каркаса из сборных железобетонных элементов, скрепленных между собой преднапряженными стержнями и тросами.

*Башенные копры на шахтах Южной Африки,* построенные на рудниках «Вааль Риф» и «Найгель» решены подобным образом.

Учитывая общие закономерности проектирования копров в странах Западной Европы и превалирующую конструктивную типизацию, можно констатировать устойчивую тенденцию к переходу на железобетон и рассматривать ставшие в Украине уже традиционными башенные копры с панельным ограждением как наиболее перспективные для наших условий.

УДК 658.652

В.І. ВЕРБИЦЬКИЙ, канд техн. наук, проф., В.В. РОГОЗИН, ст. викладач  
Криворізький національний університет

## **ЗОВНІШНЄ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Практикою обстежень залізобетонних конструкцій з метою визначення їх технічного стану та будівель в цілому встановлено, що головним чинником, який спричинює корозію залізобетону, є карбонізація бетону. Найбільш ефективним шляхом протидії їй на нинішньому етапі є максимальне використання досвіду відомих компаній – виробників будівельної продукції. Такою компанією в Україні є всесвітньо відомий німецький концерн Шенкель. На українському ринку продукцію цього концерну під торговими марками Ceresit, Moment, Thomsit, Metylan представляє компанія “Хенкель Баутехнік (Україна)” – лідер серед вітчизняних виробників будівельної продукції подібного профілю.

Для ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій використовують: грубозернисту ремонтно-відновлювальну суміш Ceresit CD22, дрібнозернисту – Ceresit CD23, полімерцементну шпаклівку Ceresit CD24, епоксидну ін’єкційну композицію Ceresit CD32, цементну суміш Ceresit CX1, суміш для анкерування Ceresit CX5 та Ceresit CX15.

Наявність і глибину карбонізації визначають за допомогою розчину фенолфталеїну. Весь пошкоджений бетон, а також бетон, що зазнав корозії, де захисний шар бетону тонший за шар карбонізованого, видаляють вручну за допомогою пневмоінструменту.

Якщо арматура в бетоні не дуже пошкоджена, тобто дефекти відсутні або корозія металу незначна, приступають до підготовки основи до ремонту. Безпосередньо перед ремонтом вологість бетону має бути не більшою за 4 %, температура поверхні – вищою за точку роси щонайменше на 3<sup>0</sup>С. Стрижні арматури, які зазнали корозії, вирізають і замінюють на нові подібного діаметру внапуск зі старими. Напуск нових стрижнів має бути не меншим 30 діаметрів. Щойно зачищена арматура дуже швидко знову піддається впливу корозії. Тому вже через 2-3 години після її очищення і видалення пилу з усієї поверхні слід нанести шар епоксидного антикорозійного матеріалу Ceresit CD31. Ceresit CD31 – епоксидної ґрунтовки. Робочу суміш Ceresit CD31 наносять на арматуру щіткою. Якщо арматура відкрита з усіх боків, шар наносять лише на арматуру, якщо ж арматура відкрита лише частково, препаратом потрібно також обробити ділянку бетону завширшки 2 см, прилеглу до арматури. Після того, як перший шар затужавіє (2 год. після нанесення при +20<sup>0</sup>С), наносять другий, приблизно через 20 хв. Присипають кварцовим піском для забезпечення адгезії наступних шарів до арматури.

Після затвердіння антикорозійного покриття по бетонній поверхні влаштовують адгезійний шар Ceresit CD23. Дрібнозерниста ремонтно-відновлювальна суміш Ceresit CD23 призначена

для влаштування адгезійних шарів при ремонті і відновленні бетонних і залізобетонних будівельних конструкцій. Суміш зручна і проста в застосуванні, швидко твердіє, високоміцна, тріщиностійка, гідрофобна, стійка до впливу солей, виявляє високу адгезію до основ із бетону.

При значній глибині пошкоджень поверхні бетону, після твердіння адгезійного шару пошкоджені місця слід заповнити грубозернистою ремонтно-відновлювальною сумішшю Ceresit CD22. Ця суміш використовується для ліквідації локальних пошкоджень залізобетонних і бетонних конструкцій, а також як штукатурка для вирівнювання поверхонь і виправлення дефектів шаром завтовшки від 5 до 30 мм. Розчинова суміш Ceresit CD22 також зручна і проста в застосуванні, швидко твердіє, високоміцна, тріщиностійка, гідрофобна і стійка до солей. Потім на відновлені поверхні наносять шар дрібнозернистої суміші для остаточного вирівнювання пошкоджених місць.

Коли поверхню конструкції поліпшують на великих ділянках, її вкривають тонким вирівнюючим шаром шпаклівки Ceresit CD24, призначеної для ремонту і підготовки бетонних основ, які підлягають помірним механічним навантаженням.

Захисні властивості розглянутих ремонтних матеріалів створюють передумови для затримання процесу подальшої карбонізації бетону, а їх міцність, тріщиностійкість та висока адгезія до основи забезпечують подальшу експлуатаційну придатність, надійність і довговічність відремонттованих конструкцій.

Таким чином, застосування сучасних матеріалів і спеціальних технологій в будівельному виробництві при відновленні технічного стану залізобетонних конструкцій промислових будівель та споруд – це якість, ефективність, надійність і висока продуктивність.

УДК 622.271

С.В. КАЛЬЧУК, канд. техн. наук, доц.  
Житомирський державний технологічний університет

## **РАЦІОНАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ НЕРУЙНУЮЧОГО СПОСОБУ ВІДКОЛУ БЛОКІВ**

При видобуванні блоків каменю саме комбінованим способом було помічено явище самовільного відколу каменю по лінії стрічки вертикальних шпурів, ще до початку прикладення розколюючих зусиль, що обумовлено дією ваги каменю на породу. Тому на даний час на кар'єрах обмежуються застосуванням комбінованого способу відколу, при якому дві торцеві та одна горизонтальна грані відокремлюються алмазно-канатним способом, а тильна грань відокремлюється стрічкою шпурів, пробурених вертикально з тильної сторони блоку.

Застосування самовільного відколу каменю по лінії стрічки пробурених шпурів має переваги в порівнянні з використанням різних інших способів відколу (механічних та гідроклинів, НРЗ, літоколу тощо). Оскільки при дії того чи іншого способу виникають радіальні тріщини в масиві, що починаються від стінок шпурів та знижують товарну якість каменю, тому застосування методу відколу під дією власної ваги має в цьому відношенні переваги.

Широке застосування даного методу обмежується лише емпіричними відомостями стосовно параметрів застосування, при цьому повністю відсутній аналітичний опис процесу відколу каменю. Крім того, в даних умовах залишається невизначеним питанням параметрів стрічки шпурів оптимальних для проведення такого способу відколу. Оскільки за базові параметри стрічки та схеми буріння шпурів прийнято параметри примусового (направленого відколу).

Така технологія відколу є перспективною оскільки забезпечує мінімальні руйнівні дії на масив каменю, з усіх існуючих методів відколу.

Визначення мінімальної відстані між шпурами, діаметрів шпурів та їх глибини при такому способі відокремлення дозволить скоротити витрати на бурові роботи та підвищити продуктивність процесу на даній операції.

Для вирішення поставлених завдань необхідно розглянути моноліт як механічну систему у вигляді консолі, яка навантажена лише власною вагою.

Встановлені залежності обумовлюють необхідність в переході від способу, при якому використовувалися природні постільні тріщини, до способу з нарізанням горизонтальної площини

відокремлення моноліту. Це пов'язано з низькою ефективністю першого способу, оскільки по-стільна тріщина – досить мінлива, переростає, напластовується, а також не витримана за висо-тою.

Блок, видобутий таким способом, характеризується більш якісними характеристиками в порівнянні з блоками, які видобувались іншими способами.

Перевагами даного способу є:

- мінімальні втрати каменю при його видобуванні;
- забезпечення правильної форми блоку з мінімальними нерівностями на гранях;
- висока швидкість виконання робіт;
- простота виконання робіт;
- економія на засобах відокремлення;
- зменшення трудомісткості робіт;
- висока продуктивність.

Однак даний спосіб вимагає проведення необхідних досліджень зі встановлення впливу ро-змірів моноліту на необхідні параметри стрічки шпурів та їх діаметру для здійснення ефектив-ного відколу каменю. Крім того, це дозволить зменшити обсяги бурових робіт та в цілому під-вищити продуктивність процесу видобування.

УДК 622.271: 624

С.О. ФЕДОРЕНКО, ст. викладач, С.В. ТКАЛІЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.,  
Криворізький національний університет

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИДОБУТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ**

Проблема комплексного освоєння надр в останні роки набуває усе більшого значення в Україні. У той же час реальний стан вирішення даної проблеми перебуває на вкрай низькому рівні, незважаючи на достаток наукових досліджень у цьому напрямку. Ідея використання ком-плексів ЦПТ для розробки декількох видів сировини – не нова. Одним з ключових питань у проблемі комплексного освоєння надр є методологія підходу до визначення геологічної ком-плексності родовища у взаємозв'язку з техніко-економічною його оцінкою, що вимагає не лише визначення наявності різної за сортами сировини у контурах кар'єру, але також оцінювання ступеня підготовленості його до розробки, перспективної динаміки зміни цін на нього, плано-вих обсягів видобутку і потенційного споживання. Конверсія рудника є неможливою без чітко-го техніко-економічного обґрунтування розширення асортименту продукції, послідовності і динаміки цього процесу, його оптимізації за окремими позиціями й етапами, а також у масшта-бах усього підприємства, з відповідним коригуванням проектів стосовно розвитку і режиму гірничих робіт та переробляючих виробництв. Складність планування розглянутого процесу пов'язана з динамічним характером роботи ГЗК. Ця динаміка стосується як загальних обсягів видобутку гірської маси за роками, так і співвідношення видів порід у загальній її структурі.

Вирішення означеної задачі може значно полегшити оцінювання та планування роботи кар'єрів, але є надзвичайно складним та досягається з певним ступенем умовності. Складність полягає в самому комплексному підході, коли необхідно враховувати цілий ряд різних факто-рів. При цьому основними проблемними питаннями, від вирішення яких залежатиме ефек-тивність подальшого використання ЦПТ, є:

- виробнича потужність кар'єру по кожному з видів нерудної сировини;
- місткість і розташування внутрішньокар'єрних складів різнотипної сировини;
- принципи організації та координації роботи комплексу ЦПТ при використанні його для за-гальних потреб;

організація роздільних вантажопотоків різнотипних порід по загальному магістральному каналу зі створенням додаткових перевантажувальних внутрішньокар'єрних пунктів.

В даному контексті корисно проаналізувати досвід зарубіжних країн, які, не маючи насті-льки високоякісних нерудних сировинних ресурсів, повністю задовольняють власні потреби,

при цьому часто використовуючи поклади, розкриті виведеними з експлуатації рудними і вугільними кар'єрами. Особливо широко подібна практика застосовується в Австрії, Німеччині та Франції. Прикладом сказаного може слугувати французька фірма GSM, яка в провінції Бретань має п'ять розосереджених по споживачам місць з виробництва шебеню.

GSM щорічно виробляє 1,5-2 млн. т продукції, маючи загальний штат 60 осіб. Два кар'єри розробляють вулканічні породи: Gourin в Finistère (350 000 т/рік) і Kernivaigné в Riec-sur-Belton (300 000 т/рік). Три інших виробництва переробляють пліоценові породи в Morbihan: два з піщаними кар'єрами Ville-Caro в Maugon (250000 т/рік) і Moulin в Radenac (300 000 т/рік), і в Finistère – піщаний кар'єр Bodonou в Saint-Renan (300 000 т/рік). Останній з цих кар'єрів отримав в 1996 р. французький сертифікат якості NF. Портові склади розташовано в Saint-Malo, Saint-Brieuc і Treguier. Найбільший інтерес представляє Gourin-Conveau, який продає щорічно близько 350 000 т. матеріалів різного фракційного складу. Родовище розташоване в зоні, де домінують формації сланців і пісковиків (мова йде про матеріал, якість та фізичні характеристики якого значно поступаються аналогічним породам розкриття ГЗКів України).

Кар'єр Gourin має два комплекси, здатні дробити породу і просівати її з середньою продуктивністю 200 т/год. сухим методом або з промиванням, схему яких наведено на рис. 3.

Робота комплексу координується з центрального поста чотирма автоматами, які керують усім обладнанням та операціями. Догляд за обладнанням та його поточний ремонт здійснюється трьома фахівцями підприємства, виділеними постійно.

В Україні особливо ефективно аналогічні комплекси можуть експлуатуватися при переробці щільних напівскельних порід розкриття кар'єрів ІнГЗК, ЦГЗК і ПолтГЗК.

УДК 622.25

С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., А.М. ТОЦЬКА, інженер  
Криворізький національний університет

## ВИКОРИСТАННЯ ГІРНИЧОГО УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА В КАР'ЄРАХ

При необхідності будівельних робіт у кар'єрі доцільним буває максимальне використання існуючого технологічного устаткування для специфічних потреб будівництва. Склад комплексів устаткування для таких робіт визначається, з одного боку, параметрами елементів кар'єру (берм, траншей, напівтраншей, бортів тощо), з другого боку, – характеристиками устаткування і властивостями масивів порід. Вибір комплексу визначається техніко-економічним порівнянням різних варіантів, включаючи варіант залучення спеціалізованої будівельної організації. Критерієм служить можливий прибуток за рахунок використання власних резервів: робочої сили, устаткування та обладнання, матеріалів тощо, чому сприяє те, що обидві технології спрямовані на один і той же об'єкт – гірські породи. З урахуванням даних факторів та ряду досліджень розроблено методику формування складу комплексів технологічного обладнання для реалізації поставлених задач.

Прибуток підприємства при використанні базового варіанту технологічного комплексу  $P_1$  по черзі зіставляється з розрахунковим прибутком при використанні альтернативних комплексів устаткування  $P_2, P_3, \dots, P_n$  потім найбільш ефективні з отриманих варіантів порівнюються між собою.

Прибуток (грн) за базового варіанту визначається за формулою

$$P_0 = \sum_{i=1}^n Q_i C_i - \sum_{i=1}^n Q_i Z_i - \sum_{k=1}^m (k_{zo,k} T_k - D_k - E_k) - B_{co} - I_{oe}$$

де  $Q_i$  – обсяги виконання окремих  $i$ -х робіт;  $C_i$  – поточні кон'юнктурні ціни одиниці виконаних робіт окремого виду;  $Z_i$  – прямі витрати на одиницю будівельної продукції за окремими статтями (витрати на основну і додаткову заробітну платню, амортизацію устаткування, матеріали, паливо, енергоносії тощо);  $k_{zo,k}$  – коефіцієнт завантаженості гірничого устаткування  $k$ -го виду в кар'єрі;  $T_k$  – технологічні збитки від відволікання видобувного устаткування  $k$ -го виду на потреби кар'єрного будівництва, розраховані за нормативними показниками;  $D_k$  – додаткові ви-

трати від зниження продуктивності устаткування  $k$ -го виду в разі використання його на будівництві;  $E_k$  – витрати, не пов'язані безпосередньо з будівництвом (перегони кар'єрного устаткування, часткове та тимчасове його переобладнання з метою адаптації до спеціальних робіт тощо);  $B_{co}$  – витрати на придбання спеціалізованого будівельного обладнання;  $I_{os}$  – інші додаткові витрати (придбання спеціальної оснастки, інвентарю, інструментів та ін., залучення фахівців та перенавчання працівників тощо).

На витрати за кожною зі статей істотний вплив справляє стан розробки родовища та інтенсивність гірничих робіт, наявність резервів устаткування і робочої сили, зміни рівня податків, митних зборів, відрахувань у бюджет тощо. Прибуток (грн.) за альтернативного варіанту комплексу  $\Pi_2, \Pi_3, \dots, \Pi_{j\Box}$ , визначається аналогічно

$$\Pi_a = \sum_{j=1}^n Q_j C_j - \sum_{j=1}^n Q_j Z_j - \sum_{q=1}^m (k_{zo,q} T_q - D_q - E_q) - B_{co}^* - I_{os}^*$$

Остаточо приймається комплекс, що забезпечує максимальний прибуток, тобто

$$\square \Pi_{ij} = \Pi_b - \Pi_a = \left[ \sum_{i=1}^n Q_i C_i - \sum_{i=1}^n Q_i Z_i - \sum_{k=1}^m (k_{zo,k} T_k - D_k - E_k) - B_{co} - I_{os} \right] - \left[ \sum_{j=1}^n Q_j C_j - \sum_{j=1}^n Q_j Z_j - \sum_{q=1}^m (k_{zo,q} T_q - D_q - E_q) - B_{co}^* - I_{os}^* \right] \rightarrow \max$$

Такий підхід дозволяє досить оперативно оцінити можливості підприємства по виконанню будівництва власними силами та сформувавши оптимальний комплекс технологічного обладнання.

## Секція 8 – ОХОРОНА ПРАЦІ, ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЯ

УДК 622.28.044

О.Є. ЛАПШИН, д-р техн. наук, проф., А.Н. ТЕРЕЩЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

### ЗАСТОСУВАННЯ АНКЕРНИХ СИСТЕМ «SWELLEX» ЯК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ КРІПЛЕННЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ВИРОБКАХ НА ШАХТАХ КРИВБАССУ

Розглянуто питання ефективності встановлення анкерних систем «Swellex» при проходці горизонтальних виробок, використання систем «Swellex» при спорудженні тунелів, підземному будівництві, в районах, де необхідно швидко здійснювати кріплення небезпечних ділянок покрівлі, запобігаючи обвалення.

Ключові слова: анкер, анкерні системи «Swellex», кріплення, масив, елемент.

Головним вихідним положенням прийнятої класифікації є геомеханічний стан оточуючих виробку порід на момент встановлення анкерів і зміна цього стану за час підтримання виробки. В якості критерію оцінки навколишнього вироблення геомеханічної системи можна використовувати співвідношення довжини анкера і розмірів зони непружних деформацій (зруйнованих порід). В реальних умовах на момент встановлення анкера зона зруйнованих порід набагато менша довжини анкера, тобто і за час підтримки виробки також. Це співвідношення об'єктивно відображає можливі величини очікуваних зміщень порід контуру підтримуваної виробки. Зміщення порід контуру коливаються в межах 100–200 мм [1], тому раціональне застосування анкерних систем нового покоління «Swellex» в часи сьогодення не тільки розумне економічне рішення, але ще й технологічно вигідний крок на зустріч прогресу.

Вантажонесучий елемент анкерних болтів «Swellex» від Atlas Copco MAI (Швеція) являє собою певним чином свальцований в трубку лист з високоміцної сталі з підвищеним вмістом марганцю (рис.1).

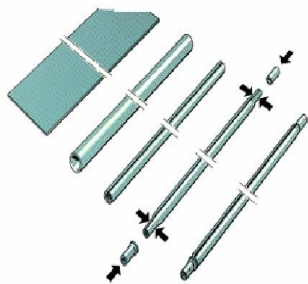


Рис. 1 Анкерний болт Swellex

Спеціально розроблена сталь з високим вмістом марганцю забезпечує не тільки більшу несучу здатність, але і поглинання напруг у масиві завдяки її підвищеної пластичності при незмінному навантаженні. Анкерні болти «Swellex» найбільш ефективно застосовуються при підземній розробці родовищ твердих корисних копалин, спорудження тунелів, підземному будівництві, тобто в районах, де необхідно швидко здійснювати кріплення небезпечних ділянок покрівлі, запобігаючи обвалення. Крім того, такими анкерами «Swellex» можливо здійснювати і довго-термінове кріплення скельних порід.[2] Система «Swellex» здобула велику популярність завдяки:

- високої несучої здатності;
- швидкого вступу в роботу;
- простоті встановлення, тому що немає необхідності дотримання точного діаметра шпuru.

#### Властивості Swellex

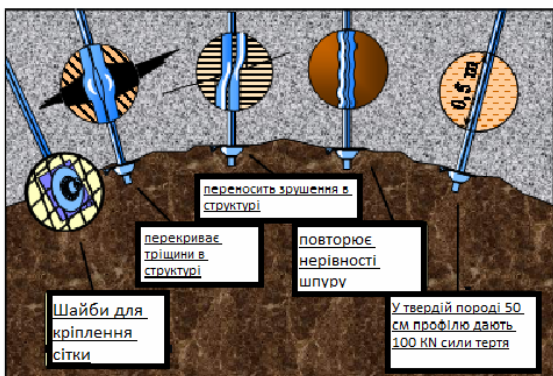


Рис.3 Властивості анкерів «Swellex» в покрівлі виробочного виконання, способи і засоби закріплення анкера, його зусилля висмикування і т.п. Механізм взаємодії анкера з оточуючими виробочку породами. Новітні технології вже давно використовують на підприємствах країн світу для полегшення умов праці, тому як на наших підприємствах вони взагалі не розглядаються або їм приділяється досить недостатня увага.

#### Список літератури

1. Бизов В.Ф., Лапшин О.Є. Охорона праці в гірництві Т.ХVІІ. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком „Гірництво”. – Кривий Ріг: Мінерал, 2001. – 251с.,
2. Анкерні кріплення Swellex. –Едуард Десяк.2007. –52с.

З двох кінців трубки приварені кінцеві втулки. Одна з втулок забезпечує доступ внутрішнє замкнутий простір анкера, для його розширення (встановлення) у шпuru за допомогою води, під тиском близько 300 бар, що дозволяє проводити миттєве кріплення масиву на всю довжину анкерного болта.[2] (рис.2 )

#### Послідовність дій

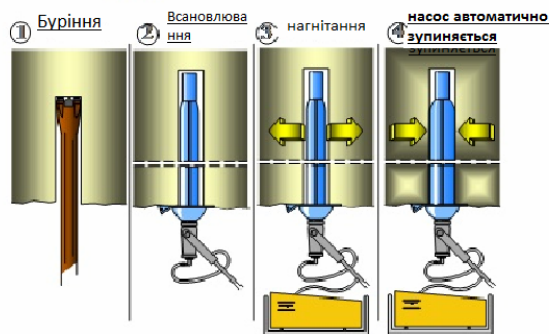


Рис.2 Принцип встановлення анкера

Як видно з рис. 3 існує певний діапазон діаметрів шпuru при якому анкерна система «Swellex» починає працювати і продовжує зберігати свою несучу здатність (Рис.3 ) а саме: перекриває тріщини в структурі, переносить зрушення в структурі, повторює нерівності шпuru. Також є можливість використовувати з металеву сіткою, та в поєднанні з набризг-бетоном.

**Висновки.** Слід зазначити, що у відомих класифікаціях анкерного кріплення відображені в цілому питання його конструктивного виконання, способи і засоби закріплення анкера, його зусилля висмикування і т.п.

Ю.Ю. КРИВЕНКО, И.П. КУШНЕРЕВ, кандидаты техн. наук, доц.,  
Т.А. КРИВЕНКО, преподаватель высшей категории,  
Криворожский национальный университет

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЛОКАЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ**

Основной задачей горнодобывающей отрасли является увеличение объемов добычи полезных ископаемых, которое должно сочетаться с высоким качеством сырья для металлургических предприятий и рациональным природным ресурсам.

Решение поставленной задачи может быть достигнуто путем разработки и внедрения прогрессивных технологий подземной добычи руды, обеспечивающих высокие технико-экономические показатели и безопасность ведения горных работ.

На достигнутых в Криворожском бассейне глубинах разработки увеличивается объем добычи из слепых залежей, извлечение руды из которых осуществляется, как правило, системами с открытым очистным пространством, что влечет за собой накопление значительного объема пустот, создающих условия для возникновения воздушных ударов с катастрофическими последствиями.

Применяющиеся в настоящее время способы погашения выработанного пространства путем его закладки, обрушения налегающих пород или формирования предохранительных подушек над горизонтом воронок приемлемы для сравнительно маломощных и ограниченного простирания слепых залежей. Вовлечение в отработку мощных слепых залежей, расположенных на больших глубинах, требует исследования и разработки новых способов изоляции или погашения выработанного пространства, расчета параметров изолирующих сооружений обеспечивающих эффективное противодействие значительным динамическим нагрузкам сжатого воздуха при обрушении значительных объемов пород в выработанное пространство.

Анализ показал, что решение задачи совершенствования технологии отработки слепых залежей на глубоких горизонтах должно сочетаться с разработкой эффективных технических решений, реализация которых позволяет обеспечить высокий уровень извлечения руды и обеспечение безопасности горного персонала как в процессе извлечения руды, так и после отработки выемочного блока.

При разработке технологических решений, связанных с обеспечением безопасности ведения горных работ, следует учитывать тот факт, что после извлечения руды полное погашение выработанного пространства за счет обрушения налегающих пород сопряжено со значительными материальными и трудовыми затратами, негативно отражающимися на технико-экономических показателях добычи руды и в целом деятельности горнодобывающего предприятия. Поэтому выбор существующей или разработка новой технологии подземной разработки мощных слепых залежей должна основываться на решении следующих задач:

исследование аэродинамических характеристик руды и вмещающих пород в учетом физико-механических свойств и гранулометрического состава;

определение локализационного слоя на горизонте воронок с учетом качества дробления рудного и породного массива, параметров обрабатываемого блока, а также расстояния между выработками выпуска и доставки;

разработка эффективной технологии отработки залежи, погашения и локализации выработанного пространства с учетом пространственной ориентации залежи и порядка ее отработки.

Выполненные исследования показали, что наиболее эффективным способом погашения выработанного пространства является его локализация путем возведения изолирующих перемычек в подходных выработках и формирования локализационного слоя на горизонте воронок. Формирование локализационного слоя осуществляют путем разрушения рудного массива между выпускными выработками достигая эти управляемый гранулометрический состав рудной массы и соответственно ее аэродинамические параметры, которые должны обеспечивать низкие фильтрующие способности и соответственно снижение скорости воздушного потока в горных выработках до допустимых параметров при обрушении вмещающих пород. Формирование рудного локализационного слоя позволяет снизить потери руды и себестоимость ее добычи.



Н.Ю ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., Н.А. НЕКРАШЕВИЧ, магістрант,  
Криворізький національний університет

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОЗАХИСНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЕНЕРГОЛАБОРАТОРІЇ ДП «СХІД ГЗК»**

Аналіз нещасних випадків у промисловості, які супроводжуються тимчасовою втратою працездатності потерпілих, свідчить про те, що кількість травм, викликаних дією електрики, порівняно невелика складає 0,5-1 % від загальної кількості нещасних випадків, що трапляються у промисловості.

Проте слід зауважити, що із загальної кількості нещасних випадків зі смертельним наслідком на виробництві 20-40 % трапляється внаслідок ураження електричним струмом, що більше, ніж унаслідок дії інших причин, причому близько 80 % смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроприладах напругою до 1000 В.

Ця обставина зумовлена значною поширеністю таких електроприладів і тим, що їх обслуговують практично всі особи, що працюють у промисловості, а електроприлади напругою понад 1000 В обслуговуються мало чисельним колом висококваліфікованого персоналу.

Згідно зі статистичними даними орієнтовний розподіл нещасних випадків внаслідок дії електричного струму у промисловості за вказаними видами травм має такий вигляд: місцеві електротравми - 20 %; електричні удари - 25 %; змішані травми (одночасно місцеві електричні травми та електричні удари) - 55 %.

Приблизно 75 % випадків ураження людей струмом супроводжується виникненням місцевих електротравм.

За видами травм ці випадки розподіляються таким чином: електричні опіки - 40 %; електричні знаки - 7 %; металізація шкіри - 3 %; механічні пошкодження - 0,5 %; електроофтальмія - 1,5 %; змішані травми - 23 %; усього -75 %.

Причини нещасних випадків від електроструму різноманітні та багато чисельні, але основними з них при роботі з електроустановками напругою до 1000 В слід вважати:

випадковий дотик до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою;

дотик до частин електроустановок, які випадково виявились під напругою внаслідок недотримання правил техніки безпеки, дефектів конструкцій та неправильного монтажу електрообладнання, пошкодження ізоляції або іншої неполадки;

попадання під напругу під час проведення ремонтних робіт на відключеному електрообладнанні внаслідок помилкового його включення;

відсутність надійних захисних засобів.

Заходи захисту від електроструму забезпечують недоступність струмопровідних частин для випадкового дотику шляхом ізоляції та загороджування; пониженою напругою; заземленням та зануленням електроустановок; автоматичним відключенням; індивідуальним захистом і ін.

Засоби захисту, що використовуються в електроустановках, повинні відповідати вимогам чинних державних стандартів, технічних умов щодо їх конструкції. Саме за цим і стежить Центральна енерголабораторія (ЦЕЛ).

ЦЕЛ є спеціалізованою вимірювальною, випробувальною і налагоджувальною лабораторією. Метою політики в галузі якості є гарантування замовнику високого рівня якості вимірювань та випробувань електрозахисних засобів, яке забезпечує одержання достовірних та відтворених результатів. Реалізація цієї політики здійснюється впровадженням системи забезпечення якості випробувань, вимірювань та налагоджування, що встановлює організаційні та адміністративні процедури, розподіл відповідальності та повноваження, кадровий склад, ресурси, методики виконання вимірювань та їх контроль.

Роботи по вимірюванню та випробуванню електрозахисних засобів виконуються згідно затверджених річних графіків, на основі яких розраховані калькуляції вартості цих робіт і укладені річні угоди із замовниками.

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно використовувати відповідні захисні засоби, які відповідають вимогам до термінів випробування електрозахисних засобів. Методики і параметри цих випробувань регламентуються НПАОП 40.1-1.07-01 залежно від типу електрозахисних засобів.

УДК 502.7

В.І. АНТОНІК, І.П. АНТОНІК, кандидати. біолог. наук, доц.,  
Криворізький національний університет

## ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ ВОДНОГО БАСЕЙНУ РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ

Найбільш гострим питанням для стану водних об'єктів Кривбасу, у тому числі і річки Інгулець, є проблема їх забруднення при утилізації великої кількості зворотних шахтних і кар'єрних вод, які акумулюються у спеціальному ставку - накопичувачі Балки Свистунова від ПАТ "Північний ГЗК", ДП "Кривбасшахтозакриття", ПАТ "Інгулецький ГЗК", ПАТ "Центральний ГЗК та від усіх шахт Кривбасу. Скид зворотних, високо мінералізованих шахтних вод із ставка - накопичувача у річку Інгулець дозволено з 2000 р. Кабінетом Міністрів України - (згідно розпорядження № 1346-р від 8.12.99) за регламентом, розробленим Інститутом гідробіології НАН України за умов не перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у місцях водокористування населення. На сьогодні такий скид здійснюють у січні-березні кожного року [1,2].

Реальний моніторинг за якістю води річки Інгулець свідчить, що вимоги вищевказаного розпорядження регулярно порушуються і за більшою частиною забруднювачів ГДК перевищена. Так, наприклад, за критерієм мінералізації воду річки Інгулець в межах Херсонської та Миколаївської області можна класифікувати як солонувату. За забрудненням компонентами сольового складу вода Інгульця відноситься до дуже забрудненої хлоридами та сульфатами. В інгулецькій воді у 2010-2012 рр., порівняно з минулими роками, вміст хлоридів і сульфатів значно збільшився і складає в середньому, відповідно, 1025,8 мг/л (перебільшує ГДК в 2,9 рази) та 741,1 мг/л (1,5 ГДК). При масовому скиді високо мінералізованих шахтних вод показники мінералізації у різних пунктах спостережень по руслу річки становлять від 700 до 5700 мг/л. В період регламентованих скидів вміст у воді азоту амонійного може перебільшувати ГДК в 6 разів, нітратного азоту - в 1,2 рази, нітритного азоту - в 4,8 рази. Забруднення марганцем може досягати 2,4-11,0 від ГДК, магнієм 1,4-10,0 від ГДК і кальцієм 0,8-2,4 від ГДК. Вміст міді в інгулецькій воді може перебільшувати ГДК в 4,0-23,0 рази, а заліза в 0,5-1,7 рази. Негативний вплив на стан води створюють також скиди талої та дощової води, низькоякісних господарських вод та фекальних стоків Кривого Рогу. Забруднення басейну річки Інгулець підприємствами Кривбасу відбувається не тільки під час регламентних скидів, але і в продовж всього року – в наслідок нерегламентованих скидів з обвідного каналу, що формується стічними водами об'єктів ПАТ "Кривий Ріг Цемент", ПАТ "АрселорМиттал Кривий Ріг", ПАТ "Південний ГЗК", комунальними водами Довгинцівського району Кривого Рогу.

Найбільш негативними екстернальними наслідками забруднень р. Інгулець є зниження якості питної води та осолонцювання зрошуваних земель у Миколаївській та Херсонській області, що проявляється руйнуванням структури орного шару ґрунтів, до зниження їх пористості та водопроникності, до різкого падіння врожайності сільськогосподарських культур. Крім того, стічні шахтні води, потрапляючи у водойми, порушують біологічну і гідрохімічну рівновагу екосистеми річки і створюють загрозу рибному господарству та безпосередньо здоров'ю населення.

Для поліпшення екологічного стану води у річці Інгулець слід проводити періодичну (1-2 рази на рік), а після регламентованих скидів стічних вод - обов'язкову промивку русла чистою водою з Карачунівського водосховища в обсязі 45-50 млн м<sup>3</sup>, що дозволить знижувати концентрацію забруднювачів до санітарних норм. Водообмін та акумуляцію промивної води у Карачунівському водосховищі слід забезпечувати дніпровською водою з використанням каналу Дніпро-Кривий Ріг від Каховського водосховища. Враховуючи значний рівень розораності земель басейну річки (85-90 %) і пов'язане з цим інтенсивне замулення річища, конче необхідно

планувати і проводити роботи з закріплення берегів та зменшення ерозії ґрунтів навколо річки, що може суттєво покращити загальну водність Інгульця і стабілізувати його біогеоценоз.

#### *Список літератури*

1. Малахов І.М. Техногенний ландшафт і проблема екобезпеки / І.М. Малахов // Матеріали II міжнародної наукової конференції: «Теоретичні, регіональні, прикладні напрями розвитку антропогенної географії та ландшафтознавства». - Кривий Ріг, 2005. С. 24 – 28.

2. Могилевський Л.М. Вплив техногенезу надр на поверхневі водні об'єкти Кривбасу / Л.М. Могилевський // Деякі чинники техногенезу, 2002. - С.80-95.

УДК 622.7: 502.054

В.І. АНТОНІК, І.П. АНТОНІК, кандидати. біолог. наук, доц.,  
Ю.О. ШМИГІНА, студентка, Криворізький національний університет

### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ НА ПРОМДІЛЬНИЦІ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»**

Однією з нагальних еколого-економічних проблем України є збереження та відновлення втрачених земельних ресурсів. Як відомо, загальний земельний фонд України становить 60,36 млн га з яких площа забруднених і зруйнованих ґрунтів (завдяки споживчій економічній діяльності) сягає майже 27,77 млн га (46 %) і ці загрози продовжують наростати. За останні 25 років вміст гумусу в ґрунті зменшився від 3,5 до 3,2 %, площі кислих ґрунтів збільшились на 1,8 млн га (на 25 %), а площі засоленіх - на 0,6 млн га (на 24 %). Зрозуміло, що така ситуація ніяк не відповідає вимогам сталого соціально-економічного розвитку країни.

Одним із шляхів поліпшення стану літосфери є зменшення обсягів вилучення нових і рекультивация техногенно забруднених земель у зонах ведення інтенсивних гірничовидобувних робіт. Найбільш землеємними виробничими об'єктами цих районів є кар'єри, відвали пустих порід та шламосховища агломераційних фабрик збагачувальних комбінатів. Наприклад, у шламосховищах Кривого Рогу на цей час знаходиться близько 2,5 млрд т шламів, які займають площу 7,1 тис. га родючих земель. У зв'язку з цим актуальним є створення технологій з утилізації шламових відходів, які дали б можливість зменшити площі земельних територій для їх розміщення.

Метою проведених досліджень стала оцінка ефективності застосування технології прямої утилізації відходів збагачувального циклу агломераційного виробництва для зменшення площі шламосховища у структурі металургійного комбінату ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Схема утилізації поточних відходів агломераційного виробництва передбачає переробку шламів з отриманням залізовмісного концентрату та офлюсованого щебеню минаючи шламо-накопичувальні карти. За даною технологією вихідні поточні шлами подаються на грохочення за класом 1 мм, де проходить виділення в надрешітний продукт крупних частинок природного та виробничого походження, що далі подаються на спеціальний майданчик для природного зневоднення і подальшого використання у якості щебеню ( $Fe_{ar} \leq 2,0\%$ ) для будівельного виробництва. Просіяний матеріал фракціями  $\leq 1$  мм, містить залізо ( $Fe_{зар} 57,8\% - 61,8\%$ ) найчастіше у вигляді суміші металевого заліза ( $\alpha Fe$ ), вюститу ( $FeO$ ), магнетиту ( $Fe^{+2} Fe^{+3} O_4$ ), мартиту, гематиту  $\alpha$  ( $F$  та інших залізовмісних мінеральних фаз (магхеміту -  $\gamma Fe_2O_3$ ; гетиту -  $\alpha-FeOON$ , лепідокрокиту -  $\gamma - FeOON$  і т. ін. Після зневоднення ця речовина у вигляді залізовмісного концентрату постачається на агломераційну фабрику для формування шихтового штабелю. За вказаною технологією у процесі розділення фракцій шламу можуть використовуватися інерційні грохота типу ГІТ - 61, а для фільтрації - стрічкові вакуум-фільтри, наприклад, ЛУ 4 - 0,5/8. При фактичній продуктивності агломераційного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і технічній потужності рекомендованого обладнання (за поточними шламами до 2,6 млн м<sup>3</sup> на рік при вмісту твердої частини в поточних шламах - 0,5 % (52560 т) і режимі роботи установки до 270 днів на рік по 3 зміни, 5184 години) для потреб виробництва достатньо одного комплексу обладнання, кошторисна вартість якого за існуючими цінами становить 1 172 000 грн. Зве-

дені витрати на впровадження технології переробки шламів без розміщення відходів на шламо-накопичувальних картах шламосховищ (при  $E_n 0,13$ ) становлять 2 689 365,2 грн.

Впровадження вторинної переробки шламів дає можливість отримувати дохід від реалізації вловленого залізовмісного концентрату (за рік приблизно 45000 т за ціни 25 грн/т) та щебеню (в обсязі 9000 т за ринковою ціною 112 грн/т) у сумі до 2133000 грн. Водночас, відсутність потреби складувати шлами дає можливість вилучити із використання до 50 га земель і з економити на платежах до 1846900 грн. у рік. Отже, тільки економічний ефект від впровадження технології поточної переробки шламу становитиме: 3979900 грн.-2689365,2 грн.=1290534,8 грн., що свідчить про економічну ефективність пропозиції на рівні 2,56. Ефект буде ще більшим, якщо врахувати позитивні наслідки цього для поліпшення екології регіону і збереження від забруднення до 50 га земель.

**Висновки.** Запропонована технологія вторинної переробки шламів без використання шламосховищ має суттєву еколого-економічну ефективність і може бути рекомендована для широкого впровадження в агломераційне виробництво гірничо-металургійного комплекс

УДК 622.807: 622.504

В.Ю. ТЫЩУК, д-р техн.наук, Н.Ф. ЕВДОКИМЕНКО, ст. научн. сотр.  
НИИБТГ Криворожский национальный университет»,  
Ю.Т. КОТОВ, канд. техн. наук, доц. Криворожский национальный университет

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЕЙ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

На примере массовых взрывов рассмотрим новый подход к исследованию загрязнения окружающих территорий пылью и вредными газами. Определение уровня концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны вокруг карьеров, которая составляет 1500 м, а также установления степени отрицательного воздействия массовых взрывов на атмосферу прилегающих промышленных площадок, является важной и актуальной задачей. В существующих методиках определения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере учтены основные факторы, влияющие на характер рассеивания примесей.

Это стратификация атмосферы, шероховатость поверхности, коэффициент вертикальной диффузии, скорость ветра и другие. Однако, как показывает практика, расчетные и фактические значения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе значительно отличаются. Это может быть обусловлено тем, что за последние годы, после выхода методик, произошли изменения в ассортименте взрывчатых веществ (ВВ) и в системе инициирования зарядов, изменились гидрогеологические характеристики месторождений и другие факторы, что неизбежно влияет на массу выделяющихся пыли и вредных газов. Поэтому определение запыленности и загазованности атмосферы на различных расстояниях от карьеров после проведения массовых взрывов, в зависимости от технологических, горнотехнических и метеорологических факторов, является важным научно-техническим направлением в области экологии взрывов. Оно позволит прогнозировать уровень загрязнения атмосферного воздуха в зависимости от указанных факторов, а, следовательно, их регулировать. В связи с этим необходимо провести работы, направленные на выполнение большого объема исследований с целью определения интегрального показателя влияния вышеуказанных факторов на величину загрязнения атмосферного воздуха после проведения массовых взрывов. Для этого целесообразно использовать метод статистических исследований полей концентраций с применением полей ортогональных функций (ПОФ). Этот метод позволяет отделить случайные колебания в исходных данных и выявить основные особенности и свойства данных полей.

Первое ПОФ будет изменяться под влиянием технологических и технических факторов карьера. Второе ПОФ определяет изменения концентраций примесей, обусловленных полем температуры, например, полем тепла, и связанным с ним перемещением воздушных масс. Третье ПОФ определяется фактором направленного перемещения примесей.

В результате использования данного метода можно получить интегральный показатель, который будет объективно характеризовать величину концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе СЗЗ в зависимости от технологических, технических и метеорологических факторов.

Исходя из этого, целью работы является проведение мониторинга атмосферного и определение основных факторов, которые влияют на величину концентраций загрязняющих веществ в воздухе.

Для этого в первом приближении, при помощи ситуационной карты-схемы местности, на которой расположен карьер, определяются места отбора проб воздуха на запыленность и загазованность с учетом направления ветра. Затем на расстоянии 1500 м от подветренного борта карьера, перпендикулярно направлению ветра, проводится воображаемая линия, на которой будет находиться точка отбора проб загрязненного воздуха. После этого на плане карьера определяются места расположения блоков подрываемых пород. Проведя привязку места расположения блока на плане карьера с картой-схемой местности и с направлением ветра, окончательно определяется точка отбора проб на воображаемой линии.

При подрывании нескольких блоков пород, удаленных друг от друга на расстояния более чем 200 м, точка отбора пылегазовых проб определяется относительно блока, на котором подрывается наибольшее количество взрывчатых веществ.

УДК 622.807: 622.504

В.Ю.ТЫЩУК, д-р техн. наук, НИИБТГ, Криворожский национальный университет

## **ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЕ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ В КАРЬЕРАХ**

Массовые взрывы в карьерах являются наиболее интенсивным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Исследованиями НИИБТГ установлено, что удельное пылевыделение при взрывах составляет, в среднем, 0,2 кг на 1 кг взрывчатых веществ (ВВ).

Основная масса пыли в виде пылегазового облака уносится за пределы карьера в течение 30-40 минут в зависимости от скорости ветра.

Характерным признаком взрыва, согласно существующим теориям, является быстрое проявление действия очень большого давления. На дробление горной массы расходуется часть энергии, выделенной взрывчатым веществом. Остальная часть, в результате нагревания породы и ее перемещения, рассеивается и распространяется по породе и выходит с образующимися газами по линии наименьшего сопротивления к обнаженной поверхности. Основным разрушающим фактором при взрыве в породе являются волны напряжений, проходящие в среде и вызывающие перемещение частиц породы, ее разрушение и образование трещин. Известно, что механизм пылеобразования, основываясь на гидродинамической теории взрыва, сводится к следующему.

В результате мгновенного химического превращения ВВ фронт детонационной волны в породе движется с очень большой скоростью. За фронтом этой волны давление и температура скачкообразно повышается. Реакция взрыва осуществляется в очень небольшом по толщине слое. В этом слое происходит взаимодействие породы и взрывчатого вещества. Контактующая порода горного массива подвергается всестороннему сжатию, переходит в пластическое состояние и сильно переизмельчается. Граница зоны переизмельчения определяется расстоянием, на котором напряжение на фронте волны сжатия становится меньше предела прочности при всестороннем сжатии. Под действием обратной волны напряжения, направленной к центру заряда ВВ, возникает волна обратной деформации, которая подвергает массив всестороннему растяжению и дополнительному дроблению породы. В результате, толща пород оказывается в зоне действия продуктов взрыва и вовлекается ими в движение в процессе разрушения. Это приводит к дополнительному дроблению кусков породы, которое сопровождается интенсивным их трением между собой с выделением дополнительного количества пыли. Дальнейшее

оседание горной массы и падение кусков породы на разрушенный массив также вызывает взметывание в воздух мелкодисперсных частиц пород.

Ударная волна вызывает сильное дробление породы, находясь в условиях всестороннего неравномерного давления. Это и является причиной пылеобразования.

По мере удаления от заряда амплитуда ударной волны резко снижается (обратно пропорционально пятой или шестой степени радиуса). При этом на расстоянии 5-6 радиусов заряда переходит в упругую волну напряжения, скорость распространения которой меньше, чем ударной волны, и равна скорости звука в породе. Эту зону принято характеризовать, как зону пластического действия взрыва (зону пластической деформации). Обычно она составляет приблизительно 10-12 радиусов заряда, т.е. 1,0-1,5 м и является основным источником выброса в атмосферу пыли и вредных газов.

После прохождения взрывной волны некоторое разрушительное действие в этой зоне производят и газы взрыва, которые находятся под чрезвычайно высоким давлением  $(20-70) \cdot 10^8$  Па. Порода вблизи заряда, под действием взрывной волны и газов взрыва, сжимается и смещается вслед волне напряжения. В результате этого создается сильно деформированная зона с системой многочисленных пересекающихся трещин. Вследствие этого происходит дробление массива, включающего в себя определенную составляющую пылевых фракций и вредных газов. Эта масса пыли и газов выбрасывается в атмосферу, загрязняя рабочие зоны карьеров.

На выход мелкодисперсной фазы при подрывании пород большое значение оказывают энергетические показатели взрыва, которые характеризуются теплотой взрыва и скоростью детонации взрывчатых веществ, а также конструкция скважинных зарядов. Регулируя некоторые из этих показателей можно снизить величину вредных выбросов после взрывов.

УДК 622.273

Ю.Ю. КРИВЕНКО, И.П. КУШНЕРЕВ, кандидаты. техн. наук, доц.,  
Т.А. КРИВЕНКО, преподаватель высшей категории  
Криворожский национальный университет

## **ВОЗВЕДЕНИЕ ИЗОЛИРУЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ГАШЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЗДУШНЫХ ВОЛН В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ**

Проведение массовых взрывов и мероприятий по погашению подземных пустот значительных объемов сопровождается, как правило, распространением в прилегающих выработках ударных воздушных волн обладающих значительным динамическим воздействием на подземные сооружения. В этих условиях обеспечение безопасности горных работ осуществляется путем изоляции действующих выработок перемычками различных конструкций.

Вместе с тем, как показала практика, временные изолирующие сооружения эффективны только для гашения ударной воздушной волны небольшой силы, так как эффект гашения сводится к преодолению сил упругих деформаций, изменения направления движения, использование местных сопротивлений конструкции возводимой преграды.

В практике горного производства, наибольшее распространение получили бетонные перемычки в врубом и армировкой в подошве и кровле выработки, а также насыпные породные перемычки, образуемые путем обрушения кровли выработки.

Недостатком бетонных перемычек является высокая стоимость и большая трудоемкость их возведения, особенно в подэтажных горных выработках, куда требуется доставка материалов для армировки и опалубки, а также готового бетона. Недостатком насыпных породных перемычек является то, что при многократных динамических нагрузках воздушной волны происходит усадка навала горной массы и унос частиц, слагающих тело перемычки. В результате этого эффект гашения ударной волны сводится к минимуму.

Применительно к шахтам, обрабатывающим мощные рудные залежи, разработаны конструкции стационарных изолирующих перемычек, которые обеспечивают надежную защиту от воздействия воздушного удара за счет ограничения развала обрушенной горной массы и упрочнения связи между частицами, слагающими тело перемычки.

Для образования изолирующего сооружения, в кровле выработки образуют вертикальное компенсационное пространство. Параллельно ему с обеих сторон выбуривают веера штанговых шпуров, перед взрыванием которых в кровле выработки, с обеих сторон от границы предполагаемого обрушения горных пород закрепляют металлическую сетку. Это позволяет ограничить развал горной массы при взрывании шпуров.

Уменьшение длины изолирующего сооружения в горной выработке за счет увеличения ее прочностных характеристик может быть достигнуто путем насыщения обрушенной горной массы вяжущим раствором. Для этого в кровле и подошве горной выработки выбуривают восходящие и нисходящие шпуры, взрыванием которых формируют тело перемычки. По наклонной скважине, соединяющей выработку с полостью в ее кровле, образованной после обрушения горной массы, подают вяжущий раствор. Вяжущий раствор, заполняя полость в кровле выработки насыщает тело перемычки. Консистенция вяжущего раствора выбирают исходя из степени дробления горной массы, слагающей тело насыпной перемычки и времени на ее насыщения до уровня подошвы нижнего вруба, образованного взрыванием нисходящих шпуров.

Так породная перемычка изначально представляет собой сыпучее тело с размером структурной решетки, слагающей ее горной массы, значительно превышающей размеры частиц твердой фазы, находящихся в вяжущем растворе, то его движение при насыщении навала будет осуществляться по вертикали с заполнением нижнего вруба.

По истечении периода времени, необходимого для отверждения вяжущего раствора, образованное изолирующее сооружение обеспечивает эффективную защиту горного персонала за счет гашения ударных воздушных волн. Причем, гашение ударной воздушной волны достигается не только высоких прочностных свойств перемычки, но и за счет ее соударения с разрыхленной горной массой, находящейся в объеме ограниченном составляющей угла естественного откоса обрушенной горной массы и вертикальной стенкой насыщения тела перемычки и подошвой выработки.

УДК 622.807: 622.504

В.Ю.ТИЩУК, д-р техн. наук, НДБПГ Криворізький національний університет

## **ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ БІОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПИЛОПОДАВЛЕННЯ У КАР'ЄРАХ**

Згідно з визначенням Європейської біотехнологічної федерації, біотехнологія – це спільне використання біохімії, мікробіології та хімічної технології для промислового застосування корисних властивостей мікроорганізмів і культур тканин. В якості засобів біотехнології прийнято суспензії мікроводоростевих штамів, які здатні використовувати CO<sub>2</sub> як єдине джерело вуглецю для утворення органічної поживної речовини за рахунок світлової енергії.

Важливими властивостями мікроводоростей є те, що вони здатні фіксувати атмосферний азот, який їм необхідний для синтезу білків і органічних кислот. Отже, мікроводорості можуть існувати в режимі повного самозабезпечення. Вони розповсюджені на пісках, ґрунтах, у водоймищах. Відомою є закріплююча роль клітчастих водоростей у фіксації рухомої поверхні пісків. Загальна довжина водоростей у поверхневих нальотах пісків досягає 39,8–65,4 м на 1 см<sup>2</sup> піщаної поверхні. При цій довжині ниток біомаса водоростей досягає 35 кг/га.

Водорості мають слизисті чохла-оболонки й у такий спосіб діють на піщаники шляхом склеювання та механічного їх скріплення. Відоме використання суспензій мікроводоростей в збагаченні руд методом флотації. Указані властивості мікроводоростевих штамів характеризують їх як засоби біотехнології, які можуть бути використані для вирішення питань зв'язування пилу, що виділяється при відкритій розробці родовищ корисних копалин.

Для досліджень прийнято такі штами синьо-зелених і зелених водоростей: *Anabena*, *Nostoc muscorum*, *Spirulina platensis*, *Lungbia*, *Chlorella vulgaris*.

З метою інтенсифікації пилосв'язувальних властивостей мікроводоростей до їхнього складу додавалася бактерія *Pseudomonas*.

Органічні продукти життєдіяльності мікроводоростей представлені речовинами, що належать переважно до класів полісахаридів, органічних кислот, амінокислот, пептидів, амідів і, відповідно, потенційно можуть впливати на процеси пилозв'язування.

Результати показали, що суспензія *Nostoc muscorum* і композиція суспензій *Nostoc muscorum* і *Pseudomonas* здатні збільшити стійкість пилових агрегатів до водяної ерозії у 12-18 разів, а до вітрової ерозії – у 10–30 разів. *Lyngbia* і *Anabaena* збільшують стійкість агрегатів до водяної ерозії в 3–5 разів і до вітрової ерозії – у 5–9 разів. Результати досліджень свідчать, що водяні суспензії мікроводоростевих штамів володіють пилозв'язувальними та склеювальними властивостями.

На ВАТ «Південний ГЗК» проведено дослідження щодо закріплення пильних поверхонь шламосховищ з використанням суспензій мікроводоростей *Spirulina*, *Nostoc muscorum* і композиції суспензій *Nostoc muscorum* і *Pseudomonas*.

Результати досліджень показали, що на поверхнях утворюються покриття, механічна міцність яких при витраті суспензій 5–6 л/м<sup>2</sup> складає 0,7–1,2 МПа. Спостереження за станом поверхні показали, що вона знаходилася в ущільненому твердому стані. На її зрізі було видно, що товщина кірки з часом збільшувалася. Через добу вона складала 4–5 мм, а через 50 діб товщина щільного шару досягала 10 мм. Аналіз під мікроскопом відібраних зразків поверхонь показав, що між частинками порід знаходилася значна кількість ниток мікроводоростей. Фактор зростання товщини твердого ущільненого шару можна пояснити тим, що водорості активно розвивалися і при цьому, природно, виділяли органічний слиз, який проникав у нижні шари поверхні, де утворював адгезійний зв'язок з новою порцією порід усередині шару. Результати досліджень свідчать, що водяні суспензії мікроводоростей з високою ефективністю можуть бути використані для закріплення пильних поверхонь кар'єрів, відвалів, а також для боротьби з пилом, що виділяється при різних технологічних процесах у кар'єрах й у повній мірі можуть замінити інші засоби хімічного походження.

Домінуючим чинником механізму пилозв'язувальної дії суспензій мікроводоростевих штамів є коагуляція пилоподібних частинок порід, що відбувається в результаті зниження електрокінетичного потенціалу на їхній поверхні під впливом суспензій з подальшим утворенням міцного адгезійного зв'язку в системі «гірські породи – суспензії мікроводоростей» за рахунок проходження між ними реакції поліконденсації. Одержані результати є науковими основами пилогазоподавлення на відкритих гірничих розробках з використанням засобів біотехнології – суспензій мікроводоростевих штамів.

УДК 622.86

М.В. ВАЛОВИК, магістранта Криворізький національний університет, НДБПГ КНУ  
М.І. ШВИДКИЙ, д-р техн. наук, проф.

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФІЛАКТИКИ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ОСНОВНОЇ ГРУПИ ПРАЦІВНИКІВ НА ФАБРИКАХ КРИВБАСУ - НЕЙРОСЕНСОРНА ТУГОВУХІСТЬ**

Друге місце в структурі профзахворюваності займає шумова патологія, частка якої складає близько 20 % і яка має тенденцію до зростання. Найбільша захворюваність на нейросенсорну туговухість - у вугільній (47,7 %), металургійній (34,8 %) промисловостях. Для профілактики професійних захворювань в сучасних соціально-економічних умовах доцільна науково обґрунтована розробка системи заходів, спрямованих на збереження здоров'я працездатного населення, підростаючого покоління і в цілому населення промислових міст. В даний час ні в одній країні світу не вдалося досягти повної нормалізації умов праці та усунення підвищених ризиків для здоров'я працівників, що беруть участь у виробничих процесах. Проте, на кожному підприємстві Кривбасу проводиться робота з оптимізації праці в умовах конкретного виробництва з метою мінімізації впливу несприятливих чинників на організм працюючих. У профілактиці професійних захворювань велику роль грає ретельний контроль за умовами праці. Ефективний захист працюючих від несприятливого впливу шуму вимагає здійснення комплексу організа-



ційних, технічних і медичних заходів на етапах проектування, будівництва та експлуатації виробничих підприємств, машин і обладнання. З метою підвищення ефективності боротьби з шумом введено обов'язковий гігієнічний контроль об'єктів, що генерують шум, реєстрація фізичних факторів, як роблять шкідливий вплив на навколишнє середовище і негативно впливають на здоров'я людей. Ефективним шляхом вирішення проблем боротьби з шумом є зниження його рівня в самому джерелі за рахунок зміни технології і конструкції машин. Велике значення в боротьбі з шумом мають архітектурно-планувальні і будівельні заходи. У тих випадках, коли технічні засоби не забезпечують досягнення вимог чинних нормативів, необхідно обмеження тривалості впливу шуму та застосування противошумів - спеціальних пристосувань для індивідуального захисту від шуму. Ці пристрої знижують рівень гучності шуму, але не заважають сприйняттю необхідних команд і сигналів. Противошуми за призначенням і конструктивному виконанню підрозділяють на три типи:

- вкладиші
- наушники
- шоломи

Вибір індивідуальних засобів захисту органа слуху залежить від потужності шумів, спектрального складу, часу дії за робочу зміну. Працюючі в умовах інтенсивного шуму підлягають попереднім та періодичним медоглядам з метою виявлення протипоказань для роботи, пов'язаної з шумом і ранніх форм профзахворювання. Завданням попередніх оглядів є виявлення осіб, які страждають захворюванням, при якому контакт з даним професійним фактором протипоказаний.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Встановити належний контроль за виконанням інструкції з охорони праці та правил з техніки безпеки. Надавати працюючим вчасно засоби індивідуального захисту.

#### *Список літератури*

1. Г.И.Куценко И.А.Жашкова Основы производственной санитарии / Г.И.Куценко И.А.Жашкова// Основы гигиены труда.-1990.-С.32-33
2. Н.Н.Шаталов В.Г.Артамонова Болезни, обусловленные воздействием шума/ Н.Н.Шаталов В.Г.Артамонова // Руководство по практическим занятиям по профессиональным заболеваниям

УДК 622.807.8: 622.235

Р.В. КУЛЬНЄВ, магістрант, Криворізький національний університет

### **ЗАСТОСУВАННЯ В ЯКОСТІ ЗАБІЙКИ МАЛОПОТУЖНИХ ВР ПРИ ВИБУХОВИХ РОБОТАХ У КАР'ЄРАХ**

При проведенні вибухових робіт на кар'єрах, в атмосферу виділяється велика кількість пилу та шкідливих газів у вигляді пило-газової хмари. Інертна (суха) забійка вибухових свердловин надійно замикає продукти вибуху, але мало сприяє їх зменшенню, стаючи додатковим джерелом пило-виділення. Застосування нових видів забійки вибухових свердловин є одним із ефективних засобів зменшення пило-газовиділення при вибухових роботах на кар'єрах.

При проведенні масових вибухів на кар'єрах, в атмосферу виділяється велика кількість пилу і шкідливих газів. За даними інституту НДІБПГ, в середньому за один масовий вибух на кар'єрах Кривбасу (маса ВР до 300 т) виділяється в атмосферу до 150 т пилу та сотні кубічних метрів шкідливих газів. Пило-газова хмара відноситься на велику відстань, забруднюючі атмосферу житлових районів, водойм, пошкоджує рослинність та ін. [1].

Для підвищення ефективності вибуху і зниження шкідливої дії продуктів детонації на зовнішню середу при проведенні масових вибухів на кар'єрах, застосовують відомі способи та засоби які поділяються на технологічні: застосування ВР з близьким до нуля кисневим балансом, вибухи у затисненій середі, збільшення висоти уступу, якісна забійка; організаційні, які передбачають проведення масових вибухів в період максимальної вітряної активності в напрямку від житлових районів; інженерно-технічні, такі як гідрозабійка, зрошення місця вибуху та інші, що

дозволяють знизити концентрацію пилу та шкідливих домішок, утворення яких не вдалося запобігти іншими методами [2].

Одним з технологічно здійснених засобів боротьби з пило-газовими викидами з одночасним підвищенням ефективності вибухових робіт, є використання гальмівно-активної забійки із ВР найпростішого складу, яка має властивість переходу детонації в дефлаграцію і забезпечує рівномірне гальмування вибухового імпульсу основного заряду. Досягається це шляхом утворення такої конструкції свердловинного заряду, при якому гальмівно-активна забійка розташовується у верхній частині свердловини над основним зарядом ВР. Складається гальмівно-активна забійка із ВР найпростішого складу, а саме із суміші гранульовано-аміачної селітри та дизельного пального. Оптимальний склад гальмівно-активної забійки досягається шляхом змішування гранульовано-аміачної селітри та дизельного пального в наступних співвідношеннях за вагою: гранульовано-аміачна селітра від 97 до 99 %, дизельне пальне від 1 до 3 %, в залежності від мінералогічних та фізико-механічних властивостей гірничих порід. При оптимальному співвідношенні суміші речовин з яких складається гальмівно-активна забійка, досягається не тільки зменшення висоти пило-газової хмари і концентрація шкідливих газів, але й відбувається ослаблення сейсмічних та ударно-повітряних хвиль. Крім цього, при використанні гальмівно-активної забійки відбувається рівномірне подрібнення гірничої маси по всій висоті уступу, зменшується вихід негабаритних кусків породи [3]. Слід додати, що використання гальмівно-активної забійки із суміші гранульовано-аміачної селітри та дизельного пального, виключає використання ручної праці та дозволяє здійснювати механізоване створення забійки слідом за заряджанням вибухової свердловини ВР за один наїзд на свердловину зарядною машиною.

#### *Список літератури*

1. Аерологія гірничих підприємств: Підручник / А.О. Гурін., П.В. Бересневич., А.А. Немченко., І.Б. Ошмянський.-Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2007. - 462 с.
2. Проблемы экологии массовых взрывов в карьерах / Э.И. Ефремов, П.В. Бересневич, В.Д. Петренко и др. - Днепропетровск: Січ, 1996.-178с.-С. 99-114.
3. З.С. Назаров, А.Б. Тухташев, С.Э. Назарова. Выбор оптимального состава тормозяще-активной забойки из ВВ простейшего состава / Назаров З.С., Тухташев А.Б., Назарова С.Э. // Горный вестник Узбекистана.-2

УДК 622.862

В.В. КУРДІЛЬ, студентка, Криворізький національний університет

### **ОБОВ'ЯЗКИ АВАРІЙНО РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ ТА ЗДІЙСНЕННЯ МАСОВИХ ВИБУХІВ**

**Проблема та її зв'язок науковим і практичним завданнями.** Інструкція з обслуговування аварійно-рятувальними службами масових вибухів затверджена була ще у 2003 році, тобто вона існує вже понад 10 років. У зв'язку зі змінами законодавчої бази, змінами у виробництві, поглибленні шахт та кар'єрів, заміною вибухових речовин на більш досконалі - існує потреба перегляду її та удосконалення.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Питання щодо удосконалення інструкції з охорони праці при обслуговуванні масових вибухів на гірничих підприємствах потребує більше ретельного перегляду.

**Викладення матеріалу та результати.** Масовий вибух:

на підземних роботах - вибух, при здійсненні якого потрібен час для провітрювання і відновлення робіт у руднику (шахті, дільниці) більший, ніж це передбачено розрахунком при повсякденній організації робіт;

на відкритих роботах - вибух змонтованих у загальну мережу двох та більше свердловинних, котлових або камерних зарядів незалежно від довжини виробки (блоку), що заряджується, а також одиночних зарядів у виробках (блоках) довжиною понад 10 метрів.

Обслуговування масового вибуху - комплекс заходів аварійно рятувальних служб, спрямованих на дотримання вимог галузевих правил безпеки для унеможливлення отруєння і травмування людей при здійсненні масових вибухів.

Роботи виконуються:

відділеннями аварійно рятувальної служби у складі не менше п'яти осіб при здійсненні масового вибуху за спеціальним проектом (руйнування потолочин, камерних та між камерних цілісних масивів на всю висоту поверху, ліквідація порожнин у межах блоку, експериментальні вибухи);

групами, постами підрозділів аварійно рятувальних служб у складі не менше двох осіб при здійсненні масового вибуху іншого технологічного призначення (відрізування, підсічення, технологічне відбивання, руйнування потолочин і цілісних масивів у межах половини поверху шахт; блокове руйнування запасу корисних копалин у гірничому масиві кар'єрів).

З метою недопущення порушення боєздатності підрозділів аварійно рятувальних служб, які згідно зі своєю основною діяльністю здійснюють цілодобове чергування щодо виконання робіт з рятування людей і ліквідації аварій, до ведення робіт залучається тільки особовий склад, який не бере участі в чергуванні. При здійсненні робіт з обслуговування масового вибуху у шахті підземна база підрозділом аварійно рятувальної служби не організовується і резервне відділення не виставляється. Резервом у такому разі є чергова зміна, яка перебуває у підрозділі.

Відділення (група, пост), що виконує роботи з обслуговування масового вибуху, повинно мати: робочі газозахисні апарати, командирську сумку, газоаналізатор з комплектом індикаторних трубок або інші прилади з газового контролю для визначення концентрації окису вуглецю і окисів азоту, ємності для відбору контрольних проб повітря, допоміжний газозахисний апарат, ізолюючий саморятівник.

Відділення (групи, пости) можуть брати додаткове технічне оснащення за вказівкою керівника робіт з обслуговування МВ, якому дозволяється, у разі потреби, вносити зміни в комплектність командирської сумки. Незалежно від об'єму робіт з обслуговування масового вибуху та ступеня їх небезпечності керівник робіт при видачі завдань для виконання робіт повинен особисто проінструктувати під розпис особовий склад відділення (групи, посту) щодо здійснення заходів безпеки, про що робиться відповідний запис в Оперативному журналі з технічних робіт.

Керівник робіт з обслуговування масового вибуху постійно підтримує телефонний (радіо) зв'язок з відділеннями (групами, постами), що виконують роботи з обслуговування МВ, та інформує відповідального керівника масового вибуху про стан виконання завдань.

Після провітрювання гірничих виробок шахти (ЦПТ, кар'єру) та визначення складу повітря робочих місць керівник робіт з обслуговування масового вибуху надає відповідальному керівнику МВ інформацію про результати остаточних експрес-аналізів рудникового повітря.

Після закінчення всього обсягу робіт з обслуговування масового вибуху керівник робіт з обслуговування масового вибуху видає завдання відділенням (групам, постам) щодо відбору контрольних проб повітря, після чого отримує дозвіл відповідального керівника масового вибуху на закінчення робіт і відбуття підрозділу аварійно рятувальної служби до місця дислокації.

Забороняється закінчення робіт та відбуття підрозділу аварійно рятувальної служби з району масового вибуху за наявності перевищень концентрацій шкідливих газів у рудниковому повітрі.

Подальший аналіз контрольних проб рудникового повітря виконується в газоаналітичній лабораторії підрозділу аварійно рятувальної служби протягом трьох годин з моменту їх надходження. Після проведення аналізів їх результати негайно повідомляються відповідальному керівникові масового вибуху (у разі його відсутності - диспетчеру підприємства) по телефону з подальшим наданням письмового повідомлення.

Допуск осіб технічного нагляду та робітників у шахту (ЦПТ, рудник, кар'єр) здійснюється за дозволом відповідального керівника масового вибуху після встановлення у районі масового вибуху граничнодопустимих концентрацій токсичних газів, які визначені експрес-аналізами та відповідають вимогам галузевих правил безпеки та проекту масового вибуху (не раніше ніж через 2 години після ви Ознайомлення з районом масового вибуху здійснюється керівником робіт з обслуговування масового вибуху не пізніше ніж за одну добу до початку заряджання вибуховими речовинами району масового вибуху.

Якщо під час ознайомлення з районом масового вибуху керівником робіт з обслуговування масового вибуху виявлені порушення вимог відповідних правил безпеки, вони зазначаються в Акті профілактичного обстеження аварійно рятувальної служби, один примірник якого надається керівнику підприємства (шахти, рудника, кар'єру).

До письмового повідомлення аварійно рятувальної служби про усунення недоліків роботи з обслуговування масового вибуху підрозділом аварійно рятувальної служби не виконуються.

УДК 574.4 (477.6)

С.М., КІРІЄНКО, канд. біол. наук, А. М. ОТРАДІНА, студентка  
Криворізький національний університет

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД В ПРИВАТНОМУ НАСЕЛЕНОМУ ПУНКТІ БІЛЯ ПІВДГЗК**

Очистка побутових стічних вод в приватному населеному пункті біля Південного ГЗК в умовах складної екологічної обстановки потребує проведення якісної очистки стічних вод (у відповідність з нормативними вимогами до скиду у водні об'єкти).

Не всі очисні споруди та методи очистки побутових стічних вод повною мірою забезпечують якісне очищення стічних вод та не дають надійної експлуатації, або потребують присутності висококваліфікованого персоналу.

Тому актуальним є удосконалення існуючих і розробка більш ефективних та безпечних з точки зору екології методів очистки стічних вод.

При надходженні у водойми стічних вод без очищення спостерігається дефіцит кисню і накопичення сірководню, посилюється розмноження ціанобактерій і синьо-зелених водоростей («цвітіння» води або евтрофікація), що в свою чергу викликає масове вимирання водних організмів, особливо промислових видів риби.

Одним з перспективних екологічних напрямків очистки побутових стічних вод є використання споруд фітореMediaції. Очисні споруди, що об'єднують основні елементи споруд ґрунтового очищення з гідробіоценозами біоплато або біоставків з посадкою вищих водних рослин.

Конструкція даного типу споруд забезпечує рух потоку рідини, що очищається в горизонтальній площині - через зарості макрофітів, у вертикальній площині - через коренево-насичений прошарок ґрунтів, насичених мікрофлорою і добре розвинутим альгоценозом.

Площа біоінженерних споруд залежить від об'єму стічних вод.

Технологія біоплато використовує процеси седиментації, фільтрації та природного самоочищення водних об'єктів, заснованого на здатності вищої водної рослинності, водної мікрофлори і мікроорганізмів здійснювати деструкцію, трансформацію та акумуляцію органічних, мінеральних і зважених речовин, нафтопродуктів, іонів важких металів і бактеріального забруднення.

Найчастіше в спорудах біоплато використовують очерет, рогіз, рдесник, сусак та ін.

Вони зв'язують азот, фосфор, кальцій, магній і інші елементи, що відіграють важливу роль як біофільтри при очищенні вод від забруднень, затримують і акумулюють зважені та органічні частки.

Разом з очищенням у біоплато відбувається знезараження стічних вод природним шляхом у фітоценозах вищих водних рослин без хімічних методів обробки стічних вод. Відбувається цей процес за рахунок виділення рослинами, водоростями, мікроорганізмами БІС у водне середовище фітонцидів та інших речовин, що подавляють патогенну мікрофлору, таку як яйця гельмінтів, кишкова паличка, збудники туберкульозу.

Робота споруд у зимовий період не припиняється. Завдяки тому, що фільтруюча товща не промерзає взимку, процеси трансформації забруднення не припиняються, а тільки уповільнюються. Процеси бактеріальної деструкції, відповідальні за очищення стічних вод від органічних речовин (БПК<sub>полн</sub>), є екзотермічними, що забезпечує автохтонне виділення тепла в спорудженні.

Таким чином, використання прогресивних технологій, заснованих на дії вищих водних рослин, у наш час є екологічно прийнятним і економічно найбільш перспективним напрямком у системі очищення стічних вод.

Розповсюдження таких технологій може сприяти поліпшенню екологічної ситуації в неканалізованих районах Кривого Рогу.

С.М. КІРІЄНКО, канд. біол. наук, В. В. СІДЛЕЦЬКИЙ, студент,  
Криворізький національний університет

## **БІОХІМІЧНА ОЧИСТКА СТІЧНИХ ВОД НА КХП ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»**

В теперішній час якість води природних водойм постійно погіршується у результаті надходження до них неочищених чи недостатньо очищених стічних вод промислового, комунального і сільськогосподарського походження. Підраховано, що якщо місто споживає в день 600 тис. м<sup>3</sup> води, то воно дає близько 500 тис. м<sup>3</sup> стічних вод. Зі статистичних даних виходить, що будівництво очисних споруджень і реконструкція діючих ще істотно відстає від росту споживання води.

До числа серйозних питань, пов'язаних з природоохоронною діяльністю, належить вирішення проблеми підвищення глибини очищення стічних вод коксохімічного виробництва (КХП) та їх раціонального екологічно безпечного використання. Зважаючи на високу токсичності стічних вод КХП, розроблені і застосовуються на практиці різні способи їх знешкодження. Найбільше поширення з них отримав біохімічний спосіб очищення, який у світовій практиці визнаний оптимальним і економічно доцільним для знешкодження вод різного походження.

Найбільш раціональним рішенням проблеми захисту водойм від забруднень є використання очищених стічних вод для потреб підприємств. На коксохімічних підприємствах широке розповсюдження набуло використання очищених фенольних вод у зворотному водопостачанні мокрого гасіння коксу.

Можливим об'єктом споживання очищених стічних вод на підприємствах з сухим гасіння коксу є підживлення зворотної системи водопостачання закритої теплообмінної апаратури. За розрахунковими даними, кількість фенольних вод, що утворюються на підприємствах, не перевищує 50% необхідних витрат підживлюваної води. Ступінь очищення стічних вод для зазначеного використання повинна бути більш високою, ніж для гасіння коксу. Очищені фенольні води, що використовуються для цієї мети, не повинні визивати сольових та біологічних відкладень у системі зворотного водопостачання та забруднення атмосферного повітря при охолодженні води на градирнях.

Використання стічних вод для виробничих потреб промислових підприємств є перспективним напрямком у рішенні захисту водойм від забруднень. Необхідний ступінь очищення стічних вод визначається у таких випадках характером їх виробничого використання та санітарно-епідеміологічними вимогами.

Для зменшення матеріальних затрат на очищення стічних вод, виходячи з умови наступного використання, фенольні, аміачні, дощові та малозабруднені води у першу чергу спрямовуються на поповнення витрат води у брудних зворотних циклах водопостачання: мокрого гасіння коксу, кінцевого охолодження газу, вуглезбагачення та інші.

Розрахунок раціональних параметрів очисних споруд на КХП відіграють значну роль у ефективності очищення стічних вод виробництва. Розмірам аеротенків, первинних та вторинних відстійників, часу відстоювання, часу перебування в очисній установці, кількість активного мулу та коагулянту приділяють значну увагу при проектуванні установки БХУ.

Автоматизація технологічного процесу очищення стічних вод дозволяє підвищити продуктивність праці, забезпечити безпеку праці. Багатоступенева очищення стічних вод характеризується великою складністю, багатоопераційністю та різноманітним обладнанням. Керування такими процесами можливе лише при широкому застосуванні методів та засобів автоматизації.

Необхідність проведення досліджень з вивчення питань стабілізації і підвищення глибини біохімічної очистки стічних вод від специфічних забруднень КХП представляється необхідною.

Застосування схем безстічної роботи підприємств поряд з ліквідацією скидів стічних вод дозволяє зменшити приблизно на 50% споживання підприємствами води зі зовнішніх джерел.

Є. В. ВЕРБИЦЬКА, студентка, Криворізький національний університет

## **ФЛОРИСТИЧНИЙ СКЛАД ТА АНАЛІЗ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ ПРИДОРОЖНИХ ТЕРИТОРІЙ**

Автомобілізація приносить людям найрізноманітніші блага, водночас її розвиток супроводжується вкрай негативними явищами. Транспортні засоби є одними з найактивніших забруднювачів атмосферного повітря, води та ґрунтів, а також джерелом шумового та вібраційного забруднення. Автомагістраль в екологічному аспекті розглядається не тільки як інженерна споруда, а й як витягнуте в лінію підприємство, яке виконує транспортну роботу та взаємодіє з довкіллям.

Домінуюча роль у регулюванні та збереженні сприятливих параметрів довкілля й забезпечення на цій основі сталого розвитку регіонів розташування автомагістралей, належить захисним лісовим насадженням.

Рослинний покрив відіграє значну роль у покращенні екологічного стану урбанізованого середовища. Рослини осаджують та поглинають пил і отруйні гази, збагачують атмосферу фітонцидами, пом'якшують клімат, створюють специфічний мікроклімат, приглушують звукові та електромагнітні хвилі, вловлюють, нагромаджують і нейтралізують важкі метали, зокрема і радіоактивні, а також є основним джерелом кисню.

Захисні смуги лісів уздовж автомобільних доріг – це смуги лісу на території земель лісового фонду, розташовані з обох боків доріг і призначені для їхнього захисту від сніжних і піщаних занесень, селів, лавин, обвалів, осипів, ерозії і дефляції, а також для зниження рівня шуму, виконання санітарно-гігієнічних і естетичних функцій, огороження рухомого транспорту від несприятливих аеродинамічних дій. Вони є частиною складного інженерного комплексу колійного господарства і повинні бути біологічно стійкими, довговічними та постійно виконувати свої захисні функції, забезпечувати нормальний, безперебійний рух автотранспорту.

Газозахисні властивості зелених смуг визначені узагальненням численних досліджень порівняно з поглинанням пилу. Базовими параметрами газозахисних зелених смуг є вид рослин, кількість дерев і їхніх рядів, структура, висота та площа насаджень.

Групові посадки залежно від порід, які їх формують, можуть бути деревні, деревно-чагарникові та чагарникові. В їх формуванні задіяна значна кількість деревних, чагарникових, трав'яних, мохових і лишайникових видів. Основна центральна група дерев висотою, силуетом крони, кольором листя створює загальний силует групи. Їх оточують більш низькими деревами або високим чагарником, які підкреслюють основну групу, сприяють прискоренню її росту. Групу обрамлюють чагарниками, які затіняють ґрунт. Рослини, які входять у групу, повинні цвісти, мати гарне листя або контрастну форму та забарвлення крони і стовбура.

Враховуючи високу чутливість деяких рослин до впливу автотранспортного забруднення, їх можна використовувати в якості індикаторів рівня забруднення на придорожній смузі. Рослини-індикатори використовуються як для виявлення окремих забруднювачів, так і для спостереження за загальним станом повітря. Завдяки цілому ряду біологічних особливостей саме така група як лишайники є добрими індикаторами зміни стану навколишнього середовища в умовах його забруднення двоокисом сірки, фторидами, лужним пилом, важкими металами.

Особливістю росту дерев у придорожній смузі є те, що залежно від розташування дерев у смузі, вони ростуть і розвиваються по-різному. Загалом, всі дерева в придорожній смузі мають меншу висоту, ніж ті, що виросли в лісі та в них більш потужна крона (особливо у дерев, розташованих у крайніх рядах).

Розміщення насаджень на території та підбір рослин повинні здійснюватися з урахуванням їх чутливості, можливості взаємозахисту в послідовних смугах насаджень, їх захисних і оздоровчих властивостей.

І.К. ОШМЯНСЬКИЙ, магістрант, Криворізький національний університет

### **ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ВЕНТИЛЯЦІЇ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПРИ РОЗРОБЦІ ГОРИЗОНТІВ 1045 І 1135 м ш. ім. АРТЕМА ПАТ «АРСЕЛОРМИТТАЛ КРИВИЙ РІГ» ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПОВІТРЯНО-ДЕПРЕСІЙНИХ ЗЙОМОК**

Шахтні вентиляційні мережі і вентиляційні параметри рудників постійно змінюються у просторі і часі, тому згідно з вимогами діючих Правил безпеки стан провітрювання гірничих робіт повинен систематично контролюватися. Основними даними для оцінки стану провітрювання шахт і ефективності функціонування вентиляційних систем є дані регулярних пилових, газових вимірювань та результати повітряно-депресійних зйомок, котрі згідно чинних Правил безпеки на рудниках з еквівалентним отвором більше 2 м<sup>2</sup> повинні проводитись не рідше одного разу в 3 роки.

Стан вентиляції гірничих робіт шахт визначався за ступенем забезпеченості виробок, вибоїв і очисних блоків необхідними витратами свіжого повітря, ефективною швидкістю повітряних струменів а також необхідною продуктивністю головної вентиляторної установки. Основними причинами недостатнього надходження повітря для вентиляції гірничих робіт є значні непродуктивні витрати повітря всіх категорій в шахтних вентиляційних мережах і невисока ступінь використання непродуктивності головної вентиляторної установки. Температура повітря на робочих горизонтах у вибоях досягає 25,3 °С, по якій необхідно підвищення витрат свіжого повітря. Дослідження стану вентиляції дозволяє визначити основні недоліки і причини незабезпечення шахти необхідними витратами повітря. Метою роботи було визначення сучасного стану провітрювання шахти №1 ім. Артема при розробці основних експлуатаційних горизонтів, визначити його недоліки, причини недостатнього забезпечення гірничих робіт, установити ефективність використання продуктивності вентиляторів і розробити рекомендації по рішенню проблеми створення надійної вентиляції при розробці більш глибоких горизонтів. Установлено, що ступінь забезпеченості необхідними витратами повітря очисних, нарізних і бурових виробок складає 71-80 % при загальній величині непродуктивних витрат повітря близько 121 м<sup>3</sup>/с. Ступінь використання продуктивності головної вентиляторної установки типу ВРЦД-4,5 становить 0,64. Вентиляторна установка працює з тиском 444 даПа, статичним коефіцієнтом корисної дії 0,7 і має значний резерв по продуктивності і тиску.

Для рішення проблеми підвищення ефективності функціонування вентиляційної системи необхідна її реконструкція шляхом переходу на нагнітально-всмоктуючий спосіб провітрювання або установки для вентиляції окремих вентиляційних дільниць реверсивних вентиляторів, їх послідовної роботи з діючою установкою

#### *Список літератури*

1. Повышение эффективности управления вентиляционными режимами железорудных шахт Украины / **В.И. Галинко, И.А. Евстратенко, Г.П. Кривцун, Л.И. Евстратенко.** Кривой Рог ФОП «Дионис», 2012-172с.
2. Настанова з проектування вентиляції рудних шахт.- НАОП, Видавництво «КНУ», 2011-110с.
3. Аерологія гірничих підприємств / **А.О. Гурін, П.В. Бересневич, А.А. Немченко, І.Б. Ошмянський** – Кривий Ріг, Видавничий центр КНУ, 2007-462с.
4. Результаты комплексного обследования вентиляционной системы шахты «Артем-1» ШУ ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог» и шахты «Артем-2» ПАО ЦГОК- Кривой Рог-2011г.

О.В. КОБЕЛЬЄВ, магістрант, Криворізький національний університет

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЇ І ЗНЕПИЛЕННЯ ПОВІТРЯ У ПОХИЛОМУ СТВОЛІ КАР'ЄРУ «ПівдГЗК»**

Циклічно-поточна схема доставки корисних копалин руди і пустих порід на кар'єрах середньої і великої потужності в наш час знаходить саме широке використання. При цьому конвее-

ри, як правило розміщують в підземних виробках, що зовсім не впливає на процес гірничо-транспортних робіт. Але в зв'язку з цим в підземних виробках чи галереях може бути висока концентрація пилу з чим боротися достатньо важко. Причина цього явища пояснюється тим, що весь конвеєрний тракт провітрюється послідовно, і відповідно, концентрація пилу збільшується. Тому всі місця інтенсивного пиловиділення: подрібнювальний корпус, перевантажувальні вузли, оснащують аспіраційними укриттями з максимально можливою їх герметизацією. Належної герметизації вдається досягти дуже рідко, так як місця входу і виходу матеріалу загерметизувати практично неможливо. Пиління холостої стрічки конвеєра та вантажної стрічки конвеєра також є проблемою і метою даного дослідження.

Основною причиною виносу пилу при циклічно-потоківих технологіях є ежекція - формування направлених повітряних течій в потоці сипучого матеріалу за рахунок динамічної взаємодії падаючих частинок з повітрям. Розкриття закономірностей виникнення ежекційних потоків повітря дозволяє не тільки прогнозувати рівень забруднення атмосфери викидами, але і вибрати оптимальні технічні рішення локалізації та знепилювання повітря. Питанням провітрювання підземних конвеєрних трактів займалися кафедра РАОП «Криворізького національного університету», інститут ВНІБТГ та інші організації. При цьому задачі вирішувались для пробних схем з одним завантажувальним і перевантажувальним вузлами, тоді як на сьогодення схеми значно ускладнилися - це вимагає їх дослідження і поліпшення стану атмосфери на робочих місцях.

Темою даної дослідницької роботи є розробка схем провітрювання циклічно-поточної технології з трьома завантажувальними вузлами, знепилення перевантажувальних вузлів і очищення холостих стрічок конвеєрів.

В умовах кар'єру ПівдГЗК доцільно провітрювати кожен з трьох трактів – два рудних і один скельний обособлено. На перевантажувальних вузлах установити бай-пас з волоконними фільтрами. Аспіраційне повітря після очищення викидати через висхідні виробки площею перерізу 1,5×1,5м на денну поверхню.

УДК 622.271

Р.В. КУЛЬНЄВ, студент, Криворізький національний університет

## **ЗАСТОСУВАННЯ ГАЛЬМІВНО-АКТИВНОЇ ЗАБІЙКИ ВИБУХОВИХ СВЕРДЛОВИН ПРИ ВИБУХОВИХ РОБОТАХ НА КАР'ЄРАХ**

При проведенні вибухових робіт на кар'єрах, в атмосферу виділяється велика кількість пилу та шкідливих газів у вигляді пилогазової хмари. Інертна (суха) забійка вибухових свердловин надійно замикає продукти вибуху, але мало сприяє їх зменшенню, стаючи додатковим джерелом пиловиділення. Застосування нових видів забійки вибухових свердловин є одним із ефективних засобів зменшення пилогазовиділення при вибухових роботах на кар'єрах.

При проведенні масових вибухів на кар'єрах, в атмосферу виділяється велика кількість пилу і шкідливих газів. За даними інституту НДІБПГ, в середньому за один масовий вибух на кар'єрах Кривбаса (маса ВР до 300 т) виділяється в атмосферу до 150 т пилу та сотні кубічних метрів шкідливих газів. Пилогазова хмара відноситься на велику відстань, забруднюючі атмосферу житлових районів, водойма, пошкоджує рослинність та ін. [1]. Для підвищення ефективності вибуху і зниження шкідливої дії продуктів детонації на зовнішню середу при проведенні масових вибухів на кар'єрах, застосовують відомі способи та засоби які поділяються на технологічні: застосування ВР з близьким до нуля кисневим балансом, вибухи у затисненій середі, збільшення висоти уступу, якісна забійка; організаційні, які передбачають проведення масових вибухів в період максимальної вітряної активності в напрямку від житлових районів; інженерно-технічні, такі як гідрозабійка, зрошення місця вибуху та інші, які дозволяють знизити концентрацію пилу та шкідливих домішок, утворення яких не вдалося запобігти іншими методами.

Одним з технологічно здійснених засобів боротьби з пилогазовими викидами з одночасним підвищенням ефективності вибухових робіт, є використання гальмівно-активної забійки із ВР найпростішого складу, яка має властивість переходу детонації в дефлаграцію і



забезпечує рівномірне гальмування вибухового імпульсу основного заряду. Досягається це шляхом утворення такої конструкції свердловинного заряду, при якому гальмівно-активна забійка розташовується у верхній частині свердловини над основним зарядом ВР. Складається гальмівно-активна забійка із ВР найпростішого складу, а саме із суміші гранульовано-аміачної селітри та дизельного пального. Оптимальний склад гальмівно-активної забійки досягається шляхом змішування гранульовано-аміачної селітри та дизельного пального в наступних співвідношеннях за вагою: гранульовано-аміачна селітра від 97% до 99%, дизельне пальне від 1% до 3%, в залежності від мінералогічних та фізико-механічних властивостей гірничих порід. При оптимальному співвідношенні суміші речовин з яких складається гальмівно-активна забійка, досягається не тільки зменшення висоти пилогазової хмари і концентрація шкідливих газів, але й відбувається ослаблення сейсмічних та ударно-повітряних хвиль. Крім цього, при використанні гальмівно-активної забійки відбувається рівномірне подрібнення гірничої маси по всій висоті уступу, зменшується вихід негабаритних кусків породи.

Слід додати, що використання гальмівно-активної забійки із суміші гранульовано-аміачної селітри та дизельного пального, виключає використання ручної праці та дозволяє здійснювати механізоване створення забійки слідом за заряджанням вибухової свердловини ВР за один наїзд

на свердловину зарядною машиною.

#### *Список літератури*

1. Аерологія гірничих підприємств: Підручник / А.О. Гурін., П.В. Бересневич., А.А. Немченко., І.Б. Ошмянський.-Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2007-462 с.; ілюстр. -С. 316-319.
2. Проблемы экологии массовых взрывов в карьерах / Э.И. Ефремов, П.В. Бересневич, В.Д. Петренко и др. - Днепропетровск: Січ, 1996.-178с.-С. 99-114.
3. З.С. Назаров, А.Б. Тухташев, С.Э. Назарова. Выбор оптимального состава тормозяще-активной забойки из ВВ простейшего состава / Назаров З.С., Тухташев А.Б., Назарова С.Э. // Горный вестник Узбекистана.-2005.- № 3. - С. 62-64.

УДК 504(075.8)

Е.В. ЧАСОВА, канд. хіміч. наук, доц., В.В. ІВЧУК, канд. біолог. наук,  
Криворізький національний університет

### **ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ БІОСЕНСОРІВ У ХІМІЧНОМУ ТА БІОХІМІЧНОМУ АНАЛІЗІ**

Біосенсор – це пристрій, який включає біологічно чутливий елемент, який тісно зв'язаний з перетворювачем або інтегрований з ним. Зазвичай біосенсор призначений для формування цифрового електричного сигналу, який є пропорційним до концентрації хімічної сполуки, що визначають [1].

Є приклади використання нативної пероксидази хрону в прямих безмедіаторних біосенсорах. Показано можливість розвитку процесу прямого електронного переносу на поверхні електродів з графіту, золота і платини з іммобілізованим шаром пероксидази хрону. Описано біосенсори з пероксидазою хрону, що іммобілізована на графітових електродах, для визначення фенолу і його похідних. Феноксильні радикали, що утворюються при ферментативному окисненні похідних фенолу в присутності пероксиду водню, можуть бути відновлені електрохімічно; струм відновлення пропорційний їх концентрації в розчині. Потенціал, при якому відбувається електрохімічне відновлення феноксильних радикалів, залежить від електрондонорних властивостей замісника в молекулі похідного фенолу. Висока чутливість методу була досягнута при визначенні 2-аміно-4-хлорофенола (85 нА/см<sup>2</sup>·мкМ) і 4-хлор-3-метилфенола (14 нА/см<sup>2</sup>·мкМ) [2].

Пероксидазу хрону використовували в амперометричних біосенсорах для визначення загального рівня біогенних амінів, які є нейромедіаторами. Межа виявлення серотоніну склала 17 нг/мл, час відгуку сенсора 0,5 с, при цьому не була потрібна попередня обробка зразків [3].

Більшість ферментів-оксидаз каталізують окиснення різних речовин з утворенням пероксиду водню. Пряме електрохімічне детектування  $H_2O_2$  часто утруднене через високе значення необхідного потенціалу, яке може привести до окиснення інших сполук, що заважають визначенню пероксиду, наприклад аскорбата. Однак пероксид водню може бути визначений електрохімічно з використанням пероксидази як біокаталізатора для хімічного відновлення  $H_2O_2$ . На основі спряжених поліферментних систем розроблено ряд біосенсорних пристроїв для визначення L-амінокислот, глюкози, лактату, оксалату та інших сполук. Класичним прикладом таких пристроїв є біосенсори для визначення глюкози. У цих біосенсорах на поверхні електродів спільно іммобілізовані глюкозооксидаза і пероксидаза. Окиснення глюкози супроводжується утворенням пероксиду водню, ферментативне відновлення якого за участю пероксидази детектується електрохімічно. Описане спільне використання цієї біферментної системи, яку наносили на електроди, виготовлені із золотих нанотрубок, модифікованих меркаптоетиламіном. В якості медіатора використовували гідрохінон. Порівняльні визначення глюкози на електродах з ферментами, іммобілізованими у моношарі і на двох шарах нанотрубок, показали переваги електродів, що працюють при накладенні негативного потенціалу (-0,2 В) [1, 4].

#### Список літератури

1. Варфоломеев С.Д. Биосенсоры // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 1. – С. 45-49.
2. Ермолаева Т.Н. Пьезокварцевые биосенсоры для анализа объектов окружающей среды, пищевых продуктов и для клинической диагностики / Т.Н. Ермолаева, Е.Н. Калмыкова // Рос. хим. ж. – 2008. – Т. 52, № 2. – С. 17-29.
3. Преснова Г.В. Электрохимические биосенсоры на основе пероксидазы хрена / Г.В. Преснова, М.Ю. Рубцова // Рос. хим. ж. – 2008. – Т. 52, № 2. – С. 60-65.
4. Wang J. Electrochemical glucose biosensors // Chemical reviews. – 2008. – Vol. 108, N 2. – P. 814-825.

УДК 351.78.000.7

Н.Ю ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., І.І. МЕЛЬНИКОВИЧ, магістрант,  
Криворізький національний університет

### МЕТОДИ НАВЧАННЯ ПЕРСОНАЛУ В СИСТЕМІ БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Належний стан промислової безпеки та охорони праці – одна із найактуальніших міжнародних соціально-економічних проблем сьогодення. Вона характеризує рівень науково технічних досягнень кожної держави та її ставлення до збереження життя та здоров'я своїх громадян. В Україні на підприємствах та організаціях різних форм власності щоденно травмується в середньому понад 40 працівників, а гине 2-4 особи. За оцінкою Інституту економіки НАН України, щорічно витрати внаслідок травматизму складають майже 8,5 млрд грн., а це понад 4 % валового внутрішнього продукту країни.

Однією з основних причин незадовільного стану охорони праці в Україні є “людський фактор”, на який сьогодні припадає близько 75-80 % усіх нещасних випадків на виробництві. Нині працівник не знає або не усвідомлює своєї відповідальності за особисту та колективну безпеку, ціну власної помилки під час виконання виробничих завдань. А питанням мотивації щодо її посилення не приділяється належної уваги.

Життя та здоров'я працівника на робочому місці – одне з основних конституційних прав людини, забезпечення якого здійснюється, зокрема, завдяки навчання з питань охорони праці. При цьому навчальна підготовка до безпечної праці починається від дошкільних навчально-виховних установ, через мережу навчальних закладів усіх рівнів і продовжується безпосередньо на виробництві – на підприємстві, в установі, організації і т.ін. Тобто в Україні реалізується концепція безперервності та системності навчання з питань охорони праці, проте сама система сьогодні не спрацьовує на належному рівні. Вона є досить не економічною та не адаптованою до сучасних ринкових умов господарювання та змін, що відбуваються в техніці, матеріалах, технологіях тощо. Сам процес навчання стає тривалим і нерациональним, і повною мірою не може функціонувати в сучасних ринкових умовах, через що люди отримують відповідні посві-

дчення без належного контролю та перевірки знань, а саме навчання з охорони праці досить часто має формальний характер.

Цілком очевидно, що ми рухаємося у тому напрямку, коли повинні бути розроблені індивідуальні навчальні плани і програми з охорони праці для окремих груп працівників або для окремих категорій, особливо для робіт із підвищеною небезпекою. Вони мають враховувати значну частину професійних кваліфікаційних вимог і особистих характеристик того, хто навчається. За змістом і структурою повинні бути максимально наближеними відповідно до динамічно змінних у виробничих умовах професійних завдань робітничих кадрів, виконання яких входить в їх обов'язки.

Саме навчання має передбачати попереднє тестування особи, яка навчається, вилучення з навчального плану тих тем та розділів, якими вона вже володіє. Це підвищує особисту мотивацію слухача, робить навчання адресним, гнучким і ефективним відповідно до умов ринку.

Таким чином, неефективність процесу планування, що склався у даний час, і проблема неадаптованості до ринкових умов ставлять завдання вдосконалення організації та підходу до процесу навчання, перенавчання та підвищення професійної кваліфікації працівників з питань охорони праці з позиції переходу від традиційної до інноваційної системи навчання, яка передбачала б його безперервність, системність, індивідуалізацію, гнучкість, мобільність та економічність.

Реалізацію такої інноваційної системи можна здійснити за рахунок впровадження модульної технології навчання із використанням модулів трудових навичок (МТН) – Modules of Employable Skills (MES), розроблених у рамках реалізації Проекту програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) та МОП “Впровадження гнучких програм професійного навчання для безробітних” (UKR/99/006-007) (Система-МТН).

Реалізація запропонованої модульної технології навчання з охорони праці сприятиме підвищенню якості та ефективності підготовки працюючих, а також мінімізації затрат, часу на процес навчання, перенавчання та підвищення кваліфікації працівників. Необхідність такого інноваційного підходу до навчання з охорони праці диктується реаліями сьогодення.

УДК 351.78

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., В.І. МЕЛЬНИКОВИЧ, магістрант,  
Криворізький національний університет

## **ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ З УРАХУВАННЯМ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЛЮДИНИ**

Соціально-економічний розвиток України нерозривно пов'язується з науково-технічним прогресом в усіх галузях господарства, а також з формуванням людських трудових ресурсів, вихованням і підготовкою людей до виконання суспільно корисних та індивідуально необхідних трудових функцій. Неухильно зростає не тільки значущість праці для людини, але й її складність і відповідальність за виконану роботу. Науково-технічний прогрес змінив не тільки зміст наявних професій, але й призвів до виникнення нових, з більш складними вимогами, які пред'являються до різних індивідуально-психологічних особливостей людини (швидкості реакції, стійкості і розподілу уваги, оперативного мислення, координації рухів, уміння швидко орієнтуватися в складних обставинах і приймати правильне рішення та ін.). Людям же притаманні різні індивідуально-психологічні особливості. В одних випадках поєднання таких особливостей сприяє успішній професійній діяльності та навчанню, в інших – може діяти протилежним чином через відмінності у вимогах з боку професій і в індивідуально - психологічних особливостях людей. Для визначення осіб, які б за своїми індивідуальними і особистісними якостями і властивостями були придатні до навчання і подальшої професійної діяльності за конкретною професією потрібний професійний відбір, який останнім часом набуває все більшого визнання серед фахівців.

Необхідно відзначити, що проблема психологічної безпеки як самостійної специфічної форми безпеки на сьогоднішній день не є загальноприйнятою для вітчизняної і зарубіжної психо-

логічної науки. Проте нині склалися всі підстави для визнання даного явища. Для побудови структурних елементів системи психологічної безпеки людини ми розглянули роботи вітчизняних і зарубіжних авторів, у дослідженнях яких закладені ідеї, що дозволяють теоретично обґрунтувати значущість індивідуально-психологічних особливостей і особистісних характеристик людини у процесі формування і розвитку її психологічної безпеки.

Розгляд психологічної безпеки людини як цілісної системи психічних процесів, результатом протікання яких є відповідність потреб, цінностей, можливостей суб'єкта відбитим характеристикам реальної дійсності, передбачає виявлення особливостей її системної детермінації, що, у свою чергу, визначає своєрідність системи на кожному конкретному етапі. Компоненти системи (психічні процеси, стани, ціннісні орієнтації тощо) можуть виступати як детермінанти її розвитку в цілому і виконувати на різних етапах формування психологічної безпеки підлеглу або провідну функції. Така реалізація системного підходу дозволяє представити психологічну безпеку як інтегральну спільність складних психічних утворень.

Основну роль у формуванні психологічної безпеки людини виконують регуляторні механізми, що відносяться до різних психологічних систем, включаючи діяльність, психічні стани, особистісні характеристики, а також зовнішні умови. Проведений аналіз наукових публікацій показав, що психологічна безпека може належати до категорії, пов'язаної з активністю людини, її здібностями, готовністю до самореалізації та іншими індивідуально-психологічними й особистісними характеристиками.

Одним із шляхів підвищення ефективності діяльності працівників є визначення та врахування психологічного стану людини, адже праця відбувається за підвищеного нервово-емоційного рівня, зумовленого небезпечними та шкідливими факторами. Психологічні якості людини тренуються незначною мірою й ґрунтуються переважно на індивідуальних рисах особистості. З огляду на це питання визначення професійно важливих якостей і психофізіологічних показників діяльності, які в подальшому слід враховувати під час проведення психологічного відбору на робочі місця, набуває першорядного значення.

Професійний психофізіологічний відбір спрямований на вивчення особливостей і рівня розвитку основних психічних та фізіологічних процесів, а також рис особистості, які необхідні для виконання конкретної діяльності. Дослідження рівня розвитку й динаміки професійно важливих якостей працівників провадиться за допомогою таких методик: теплінг-тест, «Шкала тривожності» Дж. Тейлор, анкети «Прогноз» та комп'ютерної «Програми аналізу психофізіологічного статусу людини», розробленої Українським науковим гігієнічним центром і лабораторією математичних та інформаційних методів у гігієні.

УДК 377.3

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., В.К.ШВИДКАЯ, магістрантка  
Криворожский национальный университет

## **ОСНОВНЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ ИНЖЕНЕРА ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Для осуществления любой профессиональной деятельности человек должен обладать целым рядом профессионально важных качеств (умение принимать решения, анализировать ситуации, быть организованным, коммуникабельным, инициативным, компетентным и т. д.). Деятельность специалиста по охране труда обладает интегративным качеством, т. е. качеством, задаваемым объектом профессиональной деятельности. Этот объект, в свою очередь, двусторонен: с одной стороны - это человек во всем разнообразии его субъективности, с другой - это система управления безопасностью труда.

Особенности горного производства, а также высокий уровень травматизма предъявляют особые требования к профессиональной подготовленности, компетентности по вопросам безопасности. В свою очередь, анализ формирования и развития профессиональных качеств специалистов по охране труда (менеджеров) показывает, что недостаточно изучены принципы от-

бора и содержания специализированного обучения, требует уточнения компетентностная модель с учетом современных социально-экономических, и производственных условий.

Основными критериальными подходами для разработки такой модели должны быть:

теоретическая готовность к изучению профессии и нравственная зрелость в актуализации профессиональных знаний;

профессиональная компетентность в межпрофессиональном диалоге и готовность к саморегуляции профессиональных действий;

профессиональная компетентность в преобразовательной деятельности личности.

Понятие "компетенция" предполагает: наличие реальной специфической ситуации, в которой скрытая ранее потенциальная компетенция личности может быть востребованной и стать актуальной; общую готовность субъекта к самостоятельной успешной деятельности; определяющую роль знаний, умений и навыков, опыта, ценностей и склонностей, приобретенных в процессе обучения. При проектировании обучения охране труда особое значение приобретает профессиональная направленность обучения, что предусматривает отбор наиболее значимого и устойчивого содержания, которым можно руководствоваться в практической деятельности. На этапе профессионализации нужно ориентироваться на такие важные качества, как социально-профессиональная компетентность, потребность в самосовершенствовании, профессиональная доминантность и социальная ответственность, прогностические способности, профессиональная надежность и гуманизм, интеллект и индивидуальный стиль деятельности.

Для этого необходима профессионализация образования, т. е.:

определение ведущей цели каждого предмета, его места в системе формирования инженерно-технических знаний при подготовке инженера по охране труда в технических вузах;

выявление наиболее значимых профессиональных задач, решаемых на основе инженерно-технических знаний, получаемых по каждому предмету;

разработка практических знаний и занятий, направленных на формирование инженерно-технических знаний.

Для разработки модели компетенции было определено, что под должностью инженера (менеджера) по охране труда понимается штатный работник, ориентированный на достижение реальных результатов. Цель его деятельности - обеспечение безопасности труда работников и последовательное улучшение охраны труда в организации. Он должен иметь минимально необходимый опыт и стаж работы. Для современного уровня развития промышленных и социальных технологий недостаточно просто высокого уровня соблюдения правил техники безопасности, так как существует потребность не только в знаниях, умениях и навыках обеспечения безопасности жизнедеятельности, но и безопасной реализации любого вида деятельности, понимании целей и последствий своих действий для общества. Оптимальным решением данного вопроса является построение компетентностной модели специалиста по охране труда, которая позволяет определить профессионально-личностные качества, необходимые для успешной профессиональной деятельности.

УДК 622.807.8

А.К. ГАЦЬКИЙ, канд. техн. наук, М.В. ДУБОВИК, студентка  
Криворізький національний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПИЛЕУТВОРЕННЯ ТА РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ НА ВІДКРИТИХ РУДНИХ СКЛАДАХ ПАТ «КЗРК»**

Ефективна і надійна робота гірничовидобувних підприємств вимагає наявності резервів товарної сировини. Тому шахти мають склади для накопичення і збереження гірничої маси.

Склади руди слугують для накопичення й зберігання руди. Їх ємність залежить від виробничої потужності шахти, умов роботи та споживача. У більшості випадків ці склади відкриті, що дає ряд переваг, а саме, вони прості в експлуатації, вимагають менше капітальних затрат і мають велику місткість. Розташовують склади на промислових майданчиках шахт.

Треба відмітити, що поряд з перевагами ці склади мають також і недоліки, головним є те, що при технологічних процесах відбувається інтенсивне пилевиділення. До таких технологічних процесів

відноситься, насамперед, вільне зсипання гірничої маси, що впроваджується при завантаженні відкритих рудних складів і перевантаженні з них на транспорт. Запиленість на території відкритих складів і прилеглих районах є дуже значною.

У більшості випадків зсипання гірничої маси відбувається конвеєрами з естакад, консольними перевантажувачами, самоскидами, екскаваторами та іншими технічними засобами.

Інтенсивність виділення пилу при вільному зсипанні руди залежить від кількості падаючого матеріалу на протязі певного часу, кількості пилових фракцій і вологи у ньому, висоти складу і швидкості оточуючого повітря.

Сприяють пилевиділення, головним чином, вітри, що дують у різних напрямках і тим самим сприяють виносу пилу зі складів і розсіюванню його на великих відстанях, забруднюючи промислові майданчики та житлові райони.

Спостереження та багаторазові випробовування свідчать, що інтенсивність видування пилу (ерозійні процеси) з поверхні штабелів залежать від фізичних властивостей гірничої маси (кількість пилових часток та їх вологість), а також від параметрів аеродинамічного потоку - його турбулізації та швидкості руху.

Питома кількість пилу, що виділяється з поверхні штабелів за час збереження руди на складах складає 2,0418 г/с.

Найбільш розповсюдженим і ефективним на даний момент способом пилоподавлення на відкритих рудних складах є зрошення. Однак відсутність пилов'язуючих розчинів і засобів їх нанесення не дозволяють ефективно боротися з виділенням пилу.

Для постійного подавлення пилу у повітрі й закріплення поверхонь, які пилять доцільно застосовувати пневмогідролічні форсунки типу НТУ, які мають найбільшу далекобійність струменю й забезпечують дуже тонке розпилення води, що забезпечує пилоподавлення на дуже великій площі й попереджається перезволоження матеріалу.

Головними факторами при розробці вітрозахисних пристроїв, які є необхідними на естакадному складі, є мінімальна вага, парусність та мінімальне зниження місткості складу.

З метою зменшення шкідливого впливу на довкілля від видування пилу на відкритих рудних складах в умовах шахт ПАТ «КЗРК» необхідно введення наступних заходів:

як зрошувальні пристрої для пилоподавлення на відкритих рудних складах використовувати пневмогідролічний пристрій, що, залежно від умов, сам обертається, або повертається, цей пристрій дозволяє повною мірою здійснити автоматизоване керування зрошенням;

застосовувати у зимовий період пилов'язуючий розчин пластифікатор форміатно-спиртовий (ПФС) для штучного збільшення сил аутогенезії на поверхнях, які пилять, а у весняний, літній й осінній періоди - вапняковий розчин;

використовувати як воду для зрошення, шахтну (технічну) воду;

впровадити на естакадному складі вітрозахисного пристрою з аспірацією запиленого повітря;

впровадити спуск для гірничої маси на склад з крутим кутом з розвантаженням по висоті корпусу.

Отже, використання пневмогідролічного пристрою та інших запропонованих заходів дозволить знизити запиленість повітря та є ефективним методом пилоподавлення з екологічної та економічної точки зору.

УДК 574.4 (477.6)

С.М. КІРІЄНКО, канд. біол. наук, А.М. ОТРАДІНА, студентка  
Криворізький національний університет

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД В ПРИВАТНОМУ НАСЕЛЕНОМУ ПУНКТІ БІЛЯ «ПівдГЗК»**

У зв'язку з інтенсивним будівництвом у неканалізованих районах житла з високим рівнем благоустрою на передній план виступає проблема очистки стічних вод цих об'єктів шляхом

створення науково обґрунтованих, надійних, компактних, неенергоємних технологічних схем і конструкцій установок малої продуктивності.

У приватному жилому масиві біля Південного ГЗК в основному використовуються вигрібні ями з дренажем для утилізації побутових стічних вод. Головний недолік полягає в тому, що забруднені побутові стічні води з ями просочуються в ґрунт, потрапляють до ґрунтових вод, в річку Інгулець і становлять серйозну екологічну загрозу для благополуччя домовласника.

Одним з перспективних екологічних напрямків очистки побутових стічних вод є використання біоінженерних споруд (БІС). Очисні споруди, що об'єднують основні елементи споруд ґрунтового очищення з гідробіоценозами біоплато або біоставків з посадкою вищих водних рослин.

У системі біоплато відбуваються складні механізми видалення забруднювачів зі стічних вод. У цій складній системі (рослини - мікроорганізми - завантаження) відбуваються аеробні та анаеробні біологічні процеси, що супроводжуються фільтрацією, адсорбцією, осадженням, поглинанням і трансформацією рослинами біогенних елементів та інших сполук.

Разом з очищенням у біоплато відбувається знезараження стічних вод природним шляхом у фітоценозах вищих водних рослин без хімічних методів обробки стічних вод. Відбувається цей процес за рахунок виділення рослинами, водоростями, мікроорганізмами БІС у водне середовище фітонцидів та інших речовин, що подавляють патогенну мікрофлору, таку як яйця гельмінтів, кишкова паличка, збудники туберкульозу.

Вагомими перевагами використання БІС при очистці побутових стічних вод є те, що це екологічно чистий метод, який допомагає відтворювати природні процеси самоочищення води, значно дешевший за традиційні очисні споруди, енергозберігаюча технологія, яка не передбачає використання хімічних сполук, що забезпечує екологічну безпеку та ефективність очистки побутових стічних вод.

Отже, використання біоінженерної споруди на території приватного населеного пункту біля Півд.ГЗК дозволить знизити антропогенне навантаження на річку Інгулець та є ефективним методом очистки побутових стічних вод з екологічної та економічної точки зору.

УДК 331.464.36

Ю.А. ПРОКОПЕНКО, студент, Криворожский национальный университет

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ БЛОКИРОВКИ И МАРКИРОВКИ ИСТОЧНИКОВ ОПАСНЫХ ЭНЕРГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ**

Согласно статистическим данным, каждый год тысячи рабочих погибают или получают серьезные травмы во время выполнения ремонтных работ или технического обслуживания промышленного оборудования. Причиной большинства таких происшествий является неконтролируемый выброс энергии. В Европе, однако, существуют несколько нормативов, требующих отключения и блокировки всех источников энергии во время выполнения ремонта или обслуживания оборудования.

Lockout-tagout (LOTO) или «блокируй и маркируй» — это процедура безопасной работы, которая используется в промышленности и изучает настройки, гарантирующие правильное отключение опасного оборудования и предотвращающие их повторный запуск до того, как будут завершены все работы по обслуживанию и ремонту. Она требует, чтобы все опасные источники энергии были «изолированы и обозначены как недействующие» до того, как начнутся ремонтные работы. При выполнении работ по «блокировке и маркировке» с использованием замков, устройство или источник энергии обычно «запирают» с помощью засова, и устанавливают его в такое положение, которое препятствует включению опасного источника энергии. Процедура так же требует, чтобы на запорное устройство была повешена бирка, обозначающая, что его нельзя включать.

Отключение или остановка опасного действия оборудования подразумевает удаление источника энергии и называется изоляцией. Действия, необходимые для изоляции оборудования,

часто прописывают в документах как процедуру изолирования или процедуру блокирования и маркировки.

Реализация программы LOCKOUT/TAGOUT предусмотрена законом некоторых стран ЕС и считается передовым методом обеспечения безопасности во всех европейских странах!

На рис. 1 приведена схема работы системы «мастер-ключ», когда каждый член бригады получает свой индивидуальный замок для блокирования той или иной операции в соответствии с проводимыми работами.

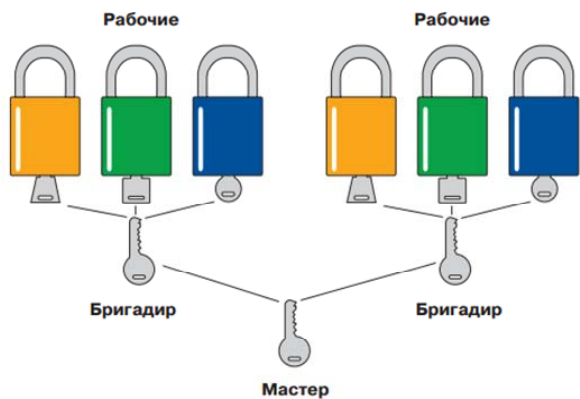


Рис 1. Система «мастер-ключ»

Когда блокировка проведена, все ключи собираются и помещаются в групповой блокировочный бокс, что делает невозможным разблокировать систему по отдельности, без участия всех авторизованных членов бригады. Только бригадир имеет возможность разблокировать всю систему или отдельный участок с помощью мастер ключа. Результат - 100 % гарантия безопасности проведения сервисных работ, дополнительные гарантии безопасности персонала, повышение эффективности проведения сервисных работ.

В результате выполненных исследований сформулирована важная научно-

практическая задача, заключающаяся в разработке стандартов по изоляции и физической блокировке источников опасных энергий на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины.

УДК 622.807:622.271.4

Н.А. ТАРАН мл. научн. сотр., О.А. ШЕВЧЕНКО магистрант  
Криворожский национальный университет

## РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ В УСЛОВИЯХ ПАО «ЮГОК»

Различают действующие и отработанные хвостохранилища, общая площадь которых превышает 7000 га.

С одного гектара сухой поверхности хвостохранилища при скорости ветра 5-6 м/с уносится 2-5 т пыли в сутки. Такая пыль является силикозоопасной, так как содержит свыше 65% свободной  $\text{SiO}_2$ .

Для сухих законсервированных хвостохранилищ наиболее приемлема биологическая их рекультивация различными видами травянистых растений.

Более рационально покрывать поверхность хвостов отработанных хвостохранилищ отвальными породами, которые получают при вскрышных работах на карьерах, т. е. проводить рекультивацию хвостохранилищ. Ежегодно из каждого карьера Кривбасса вывозятся сотни тысяч  $\text{м}^3$  отвальных пород. Чернозем аккумулируется в специальных складах, а глина и скальные породы вывозятся на отвалы. Если учесть, что толщина слоя природного чернозема составляет 30-50 см, а глины несколько метров, то этого материала вполне достаточно для рекультивации хвостохранилищ на любом ГОКе.

Покрытие поверхности хвостохранилища только слоем глины толщиной более 15 см, для удержания дождевой воды, позволит полностью исключить из него пылевыделение. При этом затраты транспортировки глины на хвостохранилище и отвалы практически будут одинаковы.

Известно, что глинистые поверхности озеленяются очень медленно (в течении нескольких десятков лет). Ускорить этот процесс можно путем нанесения на слой глины слоя чернозема. В черноземе всегда есть десятки видов семян хорошо адаптированных к местным климатическим условиям, но они не все могут обеспечить ускоренное озеленение рекультивированных земель.



Поэтому одной из основных задач исследований являются поиск и испытание растений, которые могут обеспечить надежное озеленение хвостохранилищ в течении одного сезона.

Промышленные исследования проведены на хвостохранилище ПАО «ЮГОК», где для экспериментов была выделена одна карта площадью 1000 м<sup>2</sup> (1 га), которая была разделена на три участка.

Хвосты первого участка площадью 0,45 га были покрыты слоем глины толщиной 0,15 м и сверху слоем чернозема толщиной 0,12 м.

Хвосты второго участка площадью 0,45 га были покрыты только слоем глины толщиной 0,15 м.

Хвосты третьего участка (контрольного) площадью 0,1 га не покрывались ничем.

Все три участка были разделены на равные подучастки, на которых посеяли семена кохии венничной, клевера посевного и люцерны посевной.

Искусственный полив экспериментальных участков не проводился. Наблюдения за развитием растений проводили регулярно с мая по октябрь месяц.

Наилучшие результаты были получены на участке чернозема засеянным семенами кохии венничной.

Следует отметить, что первоначально (май-июль) вегетация кохии проходила в условиях жесточайшего дефицита влаги. Проростки растений появились в конце июля и начала августа в относительно дождевой период. В результате биомасса растений за четыре месяца превысила 2500 г/м<sup>2</sup>, плотность стояния растений составила 80-90%, а высота стебля превысила 70 см. Другие растения, семена которых находились в черноземе, на участке засеянном кохией венничной, развития не получили.

Проведенные исследования показали, что для ускоренного озеленения рекультивированных хвостохранилищ (покрытым слоем глины и чернозема) в условиях Кривбасса лучшие результаты дает кохия венничная.

Предлагаемая технология рекультивации пылящих поверхностей позволит в течении 2-3 лет вернуть для хозяйственного использования земли отведенные под хвостохранилища или отвалы.

УДК 658.38: 621.1

К.В. ЛОСЬЕВ, ассистент, Криворожский национальный университет

## **ВАЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ТРАВМООПАСНОСТИ ОСНОВНЫХ ВИДОВ РЕМОНТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА**

На предприятиях теплоснабжения 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.

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 теплоэнергию потребителям.

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. Анкетирова-

нию подверглись не только руководители подразделений (главные инженеры, начальники участков, мастера), но и непосредственные исполнители ремонтных работ (слесари, газосварщики, электросварщики, работники по ремонтам теплотрасс и др.).

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 телотрассах	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 ремонтных работ, проводимых 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, 2007. - Вип № 19.

УДК 621.412

Є.Р. ГЛАДУН, магістрант, Криворізький національний університет

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ДВИГУНІВ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ

**Проблема та її зв'язок з практичними завданнями.** Реалізація багатьох технологічних процесів, робота теплоенергетичного та теплогенеруючого обладнання пов'язана з викидом в навколишнє середовище великої кількості енергії в вигляді тепла.

Зараз має місце очевидне протиріччя між існуючою потребою людства продовжувати широкое використання, для своїх потреб, існуючі технологічні процеси та установки, з одного боку, та значні втрати енергії в процесі їх роботи - з іншої. Це свідчить про необхідність шукати шляхи використання цих втрат.

**Аналіз дослідження та публікацій.** Всі існуючі, на даний час, системи утилізації можна поділити на чотири групи:[1]

Паросилові установки з зовнішнім пароутворенням;  
Повітряні машини стиснення-розширення;  
Термоелектричні модулі;  
Двигуни Стірлінга.

Серед наведених засобів утилізації відхідних газів, один з типів двигунів привертає до себе все більше і більше уваги спеціалістів в сфері теплових машин. Це двигун з зовнішнім підводом теплоти - двигун Стірлінга (ДС) [3].

**Постановка завдання.** Дослідити можливість використання теплових двигунів для утилізації теплоти відхідних газів.

**Викладення матеріалу та результати.** Характерна особливість цих двигунів полягає в тому, що в них має місце довгостроковий вплив високої температури на деякі вузли та деталі. Це призводить до необхідності обмежувати верхню межу робочої температури нагріву до 600-650 °С. Вказаний температурний рівень відповідає діапазону відпрацьованих газів поршневих ДВС, продуктів згорання, що викидаються в атмосферу з теплогенеруючих установок або при реалізації багатьох технологічних процесів. Звідси слідує, що ДС можуть ефективно працювати на їх паливі [2].

Наразі відомі ДС простої та подвійної дії. Двигуни, що призначені для утилізації відхідних газів, зазвичай, виконуються за простою схемою, конструктивно більш прості та надійні.

Одним з можливих напрямком використання утилізаційного ДС є привід яких-небудь агрегатів або систем основної силової установки [4]. Такими можуть бути вентилятори, насоси, компресори і т.ін. Найбільш раціональне рішення при цьому - здійснення приводу за допомогою електроенергії. У цьому випадку ДС повинен приводити в дію електричний генератор. Додатковим плюсом такого способу є можливість живлення бортових електроприладів без додаткових витрат енергії (витрати потужності основної СУ). Найбільш вигідно застосовувати для цієї мети є вільно-поршневий ДС. Утилізаційний ДС може застосовуватись й для кондиціонування повітря в приміщенні [5].

**Висновки.** Тенденції у сфері використання вуглецевого палива свідчать, що людство не скоро відмовиться від його використання. Однак обмеженість його залягання, особливо нафти, змушують більш раціонально використовувати ресурси. І серед усіх систем повторного використання вторинних ресурсів чи відхідних газів Двигун Стірлінга знаходить застосування. Мала вивченість дає великий потенціал для вдосконалень, а надійність та простота конструкції дають можливість застосовувати скрізь, починаючи від домашнього господарства в вигляді когенераційних установок, закінчуючи космічними технологіями, як привод електричних генераторів МКС.

#### *Список літератури*

1. Двигатели Стирлинга / Под ред. **М.Г. Круглова**, 1977р.
2. **Уокер Г.** Двигатели Стирлинга / Пер. с англ. **Б.В. Сутугина, Н.В. Сутугина.**, 1985р.
3. Рибалко А.І. Двигатели Стирлинга предназначенные для утилизации бросовой теплоты, дисс. д.т.н., 2011.
4. **Кукис В.С.** Двигатель Стирлинга как утилизатор теплоты отработавших газов, дисс. д.т.н., 1988.
5. **Орунов Б.** Разработка комбинированного двигателя Стирлинга с рабочим поршнем двойного действия и оптимизация его теплообменников и привода, дисс. к.т.н., 1985.

УДК 631.311.6

К.Г. ТЮЛЄВА, магістрантка, Криворізький національний університет

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄС**

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Висока енергозатратність українського виробництва і нездатність влади проводити системну реформу і формувати стабільний диверсифікований ринок нафти і газу в поєднанні з помилками у проведенні зовнішньої політики стали каталізатором газового шантажу РФ, яка стрімко підняла ціни на вуглеводні.

Значна частка енергії у ціноутворенні призвела до зниження конкурентоспроможності українських виробів на світовому та внутрішньому ринку. Таким чином, на сьогодні підвищення енергоефективності промислового виробництва та зменшення енерговитрат у ЖКК України не питання економічної доцільності, а питання виживання. Якщо воно не буде вирішено, економіка України в умовах її вступу до СОТ збанкрутує, не будучи в змозі добитися збалансованого платоспроможного внутрішнього споживання та імпорту енергоресурсів.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Техніка і технологія нафто- і газовидобування застарілі і нездатні вирішувати завдання, що стоять перед галуззю. Достатніх власних ресурсів для покриття енерговитратного виробництва немає.

Отримувати довгострокові кредити для розрахунків за імпорт вуглеводнів неможливо.

Вирішити проблему шляхом посилення експлуатації робочої сили та фактичного зниження заробітної плати не можна, оскільки це означатиме звуження і розвал внутрішнього ринку, чим створюються умови для банкрутства та нищення цілої країни. [2]

**Постановка завдання.** Виходячи з важливості енергозбереження, ЄС у грудні 2005 р. видав директиву, яка зобов'язувала усі країни альянсу розробити національні плани дій з підвищення енергоефективності (EEAPs–Energie–Effizienz–Actions–Plane). Відповідно до директиви на найближчі 9 років (з 2008 до 2017 рр.) кожна з 27 країн ЄС повинна щорічно досягати щонайменше 1 % економії електроенергії в усіх сферах її споживання.

**Викладення матеріалу та результати.** Реалізація програм енергозбереження здійснюється усіма країнами ЄС. *ДАНІЯ.*

Особливістю теплопостачання Данії є те, що власниками теплопостачальної компанії через муніципалітет є усі споживачі, які підключені і користуються системою. Завдяки цьому населення зацікавлене у підвищенні ефективності і надійності теплокомунікацій, а також у зниженні ціни за надання послуг на теплову енергію.

З технологічної точки зору представляє інтерес робота тепломереж у режимі відносно низьких температур і тиску, що значно знижує енергетичні затрати.

Температура прямої води становить 80° С, зворотнього стоку 40-50° С. Значна частина теплопостачальних систем працює в режимі безпосереднього включення, чим досягається простота управління.

Надійність та економічність теплопостачання сприяє стійкому попиту на таку послугу, а значить є стабільним чинником розвитку галузі на перспективу. *НІМЕЧЧИНА.*

Широкого розповсюдження у країні набуває вітроенергетика та використання сонячної енергії.

У Німеччині сонячні енергетичні установки щорічно виробляють більше 3000 млн кВт год електроенергії.

У Берліні заплановано перевести на енергозабезпечення на основі сонячної енергії усі плавальні басейни. Приватним інвесторам надається можливість розміщувати на дахах громадських споруд більше 100 000 кв. м сонячних батарей і подавати отриману енергію у міську мережу. З 2007 р. адміністрація Берліну купує для своїх потреб лише автомобілі зі зменшеним споживанням бензину у режимі міських перевезень.

Електроприлади та обладнання промарковані в залежності від рівня енерговитрат. Визначено порядок поступового витіснення із використання приладів та обладнання, що мають рівень витрат за рамками встановлених нормативів. [1,3]. *ПОЛЬЩА.*

У Польщі існує спеціальний комунальний фонд, кошти якого акумулюють за рахунок зборів від населення і використовуються для реалізації недорогих проектів енергозбереження, підвищення якості опалення, поточний ремонт.

**Висновки та напрям подальших досліджень.** ЄС у питанні забезпечення енергетичної безпеки досяг певних успіхів в оптимізації відносин усередині альянсу. Розроблені і введені в дію правові документи покращують енергетичний клімат Західної, Центральної і Південно-Східної Європи.

Разом з цим, існуючі відмінності між державами ЄС не дозволяють цій організації проводити єдину, всебічну енергетичну політику, передусім у відносинах з експортерами енергоносіїв.

#### *Список літератури*

1. **Першин В.П.** Енергозбереження як фактор сталого розвитку вітчизняної економіки. Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції “Енергоефективність 2002” - Київ: Навчальна книга, 2002 р.
2. **Михайлик С.В.** Енергетична проблема і міжнародний досвід виходу з кризи // Таврійський науковий вісник. – 2002. – № 23. – С. 107–119.
3. Стан світу — 2000: Доповідь Ін-ту всесвітнього спостереження про прогрес до сталого суспільства. — К.: Інтелсфера 2000.

## Секція 9 - МЕТАЛУРГІЯ

УДК 621.7. 97

О.А. САМОЙЛЮК, магістрантка, А.О. ШЕПЕЛЬ, аспірантка  
Криворізький національний університет

### ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ ПРИ ПРОКАТУВАННІ

Одним з головних споживачів енергії є металургія. По витратам енергії прокатне виробництво займає друге місце, поступаючись доменному. Приблизно 95% енергії, що споживається в прокатних цехах, приходиться на долю палива та електроенергії. З прокатної продукції найбільш енергоємним є виробництво листів та смуг.

В жорстких умовах ринкових відносин та конкуренції на підприємствах актуальними є питання впровадження нових технологій по зниженню енергоємності процесів формозмінності металу, удосконалення режимів роботи устаткування, раціонального використання ресурсів з метою зниження собівартості продукції та підвищення її якості. Підвищення ефективності металургійних процесів потребує вірогідної кількісно-якісної оцінки параметрів, що характеризують процеси пластичної формозмінності металу, а це неможливо без удосконалення і розроблення нових методів моделювання для вирішення технологічних задач оброблення металу тиском.

Суттєвий вплив на витрати енергії, якість прокату має температурний режим прокатки, який залежить від вихідної температури, розподілу обтиснень по клітям, швидкості прокатування.

Витрати енергії при гарячій прокатці пов'язані з нагріванням заготовок і роботою, яка витрачається на деформацію металу в прокатних валках. Як показує практика, спроби здійснити економію енергії на етапі нагріву за рахунок зниження температури нагріву заготовок не дали позитивних результатів, так як зменшення температури розкату призводить до зменшення обтиснень, а в подальшому до збільшення числа проходів. Тому залишається можливість скорочення споживання електричної енергії на етапі деформації металу в валках. Встановлено, що основний вплив на товщину смуги при гарячій прокатці надає зміна температури, що в свою чергу впливає на зусилля прокатки.

У процесі прокатування на формозміну штаби витрачається енергія. Знання витрат енергії на процес, а також сил, супутніх йому, має велике практичне значення. Так при експлуатації існуючих станів це необхідно для розкриття резервів обладнання, а при проектуванні нових станів - для розрахунку елементів кліті, приводу і вибору електродвигуна.

Зміна температури металу при прокатуванні відбувається за рахунок наступного:

витрати тепла випромінюванням і конвекцією за час транспортування від печі до стану;

витрати під час пауз між проходами;

віддачі тепла робочим валкам;

підвищення тепловмісту за рахунок енергії пластичної деформації, роботи сил тертя в зоні контакту штаба - валок; - екзотермічних реакцій окислення. Крім того, сляб витрачає тепло під дією води гідрозмиву, що потрапляє на його поверхню; води, що охолоджує валки і валкову арматуру, через контактний теплообмін з роликками рольгангів і деталями робочих клітей. Ступінь впливу перерахованих факторів на тепловий режим прокатування різний.

Аналіз наукової літератури з цього питання, показав що при дослідженні температурних витрат при прокатуванні штаби найчастіше приймають наступні допущення:

температурний градієнт по товщині, ширині та довжині металу, що охолоджується - відсутній;

тепловипромінювання верхньої та нижньої поверхні штаби - однакове;

теплоємність, густина та коефіцієнт випромінювання вважаються постійними величинами, які не залежать від температури та стану випромінюючої поверхні.

Такі спрощення не дозволяють отримати повне і точне рішення температурної задачі Підвищення точності пропонується досягнути шляхом уточнення припущень та введення у вирішення додаткових факторів та параметрів.

УДК 669.1: 662.781

В.В. ПЛОТНИКОВ, Л.Н. САИТГАРЕЕВ кандидаты техн. наук,  
А.О. ДАНИЛЮК, магистрантка, Криворожский национальный университет

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ ПРИ СПЕКАНИИ АГЛОМЕРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОРФА**

Масштабы и темпы накопления шламов превосходят объемы их утилизации. В условиях Украины наиболее целесообразным способом утилизации шламов является использование их в качестве компонента аглошихты.

Поставленную задачу по повышению эффективности утилизации шламов предложено решить путем использования при подготовке шламов к смешиванию с остальными компонентами агломерационной шихты новой добавки – торфа активированного.

На основе анализа закономерностей водопоглощения торфа обоснована целесообразность использования торфа в качестве влагоемкой добавки к шламам. Потенциал влагоемкости торфа обеспечивает впитывание влаги из шламов во всем практически значимом диапазоне влажности, что является предпосылкой повышения предела влажности шламов при утилизации в процессе производства агломерата, отказа от применения технологий обезвоживания.

Эксперименты, в которых подготовка шихт, содержащих до 17% аглодоменных шламов, проводилась с применением до 2% торфа от массы шихты, показала существенное улучшение фракционного состава аглосмеси, снижение газодинамического сопротивления слоя. При содержании торфа в количестве до 1,5% возможно увеличение доли шламов в шихте до 13% без обычно наблюдаемых негативных изменений гранулометрического состава аглосмеси и хода спекания.

Помимо экономического эффекта, обусловленного увеличением объема утилизации шламов, экономией твердого топлива, концентрата и извести, а также повышением производительности агломерационной машины, результаты работы имеют позитивные экологические и социальные последствия: увеличение объемов утилизации шламов позволяет экономить невозобновляемые ископаемые ресурсы, уменьшает землеотвод под шламохранилища, сокращает загрязнение окружающей среды от шламохранилищ.

Отсутствие необходимости в капиталовложениях, простота реализации и высокая эффективность делают разработанную технологию перспективной для широкого использования на металлургических предприятиях Украины с полным циклом.

#### *Список литературы*

1. Эффективность внедрения и новые пути развития технологии подготовки железосодержащих отходов с целью вовлечения их в качестве вторичного сырья: Материалы конф. [«Економічна доцільність та нормативно-правова забезпеченість переробки відходів»], ( Ялта, 27-30 травня 2002 р.) /Київ: Знання, 2002. - 45-47с.
2. Пат. 37028 Україна, С22В1/244. Спосіб отримання сполучної торфовміщуючої добавки для огрудкування залізорудних матеріалів / О.О.Гогенко, О.М.Гришин, В.І.Гарькавий, Г.М.Вайнер; опубл. 16.04.01, Бюл.№3.
3. **Выготский С.С.** Курс коллоидной химии /С.С. Выготский// Химия.-2000.-с.- 241.
4. **Коротич В.И.** Теоритические основы окомкования железорудных материалов / В.И. Коротич. – К: Металлургия, 1966. – 311 с.

Л.Н. САЙГАРЕСВ, В.В. ПЛОТНИКОВ, кандидати техн. наук, доц.  
Д.О. МИРОНЕНКО магістрант, Криворізький національний університет

## **ПОКРАЩЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АГЛОМЕРАТУ ЗІ ЗБІЛЬШЕНИМ ВМІСТОМ ОКАЛИНОВМІСНОЇ СУМІШІ**

Темпи утворення та накопичення замасленої прокатної окалини на металургійних підприємствах України перевищують існуючі обсяги її рециклінгу. Утилізація окалини вторинних відстійників пов'язана з труднощами, зумовленими наявністю понад 10 % масел, які при використанні окалини в аглошихті ускладнюють її усереднення та спричиняють передчасний вихід зі строю тягодуттєвого устаткування аглоцехів. Збільшення обсягів утилізації замасленої окалини дозволить заощадити природні ресурси, скоротити площі шламосховищ і зменшити ступень забруднення навколишнього середовища. Отже, дослідження з розробки нових способів утилізації замасленої прокатної окалини є актуальними.

Найбільш поширені способи використання замасленої окалини полягають у її введенні в агломераційну шихту, що забезпечує підвищення вмісту заліза в агломераті. Присутність окалини в аглошихті, по-перше, створює сприятливі умови для розвитку твердофазних перетворень й утворення легкоплавких з'єднань, що забезпечує формування основної маси агломерату через рідкий і пластичний стан при порівняно низькому тепловому рівні процесу; по-друге, підвищує міцність агломерату на удар і стирання; по-третє, сприяє зростанню продуктивності аглоустановки при одночасному зниженні витрат палива.

Для усунення можливості абсорбування пиломасленої суміші на лопатках ексгаустера та покращення металургійних властивостей агломерату у розроблюваних легко реалізовуваних технічних рішеннях мають бути вирішені проблеми підготовки та введення окалиновмісної суміші в аглопроцес. Основою пропонованого нами технічного рішення є зміна компонентного складу суміші та місця її введення у процес спікання.

Суміш включає замаслену окалину і сухий залізівмісний зернистий матеріал, у якості якого може виступати вороття агломерату або окатишів на доменній печі, вороття агломерату на аглофабриці або шлаковий відсів. Така суміш при ретельному її перемішуванні має більшу сипкість, транспортабельність і дозуючу здатність, ніж суміш окалини з торфом. Це пояснюється тим, що при змішуванні тонкодисперсні вологі частинки окалини примусово запресовуються у зерна вороття, які мають поверхневі каверни і великі пори.

Підготовлена суміш висотою шару 25-50 мм рівномірно розподіляється безпосередньо на поверхні готового агломерату в кінцевій стадії його спікання, коли досягається максимальна температура в нижніх горизонтах шару. Після укладання суміші на отриманий шар подається теплоносій. При нагріві дисперсна частина окалини приплавляється до поверхні агломерату, а інша частина йде у вороття. При цьому підвищується загальний вміст заліза в шихті та з'являється можливість збільшити ступінь утилізації замасленої окалини. Пари масла разом з гарячим теплоносієм просмоктуються крізь пористий шар частково охолодженого агломерату і повністю згорають в його нижніх горизонтах, що мають температуру не менше 600 °С. Знешкожені продукти згорання видаляються з газами, що відходять, не завдаючи шкоди тягодуттєвому устаткуванню. Слід зазначити, що повторний нагрів шару агломерату дозволяє підвищити його загальну міцність і транспортабельність.

У дослідженнях застосовувались матеріали, використовувані у виробничих умовах на аглофабриках ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». У дослідах контролювались такі параметри, як витрата просмоктуваного повітря, кількість газів, що відходять, температура над постіллю (на висоті 80 мм від решітки) і вакуум-камері, зміна розрідження у вакуум-камері. Після закінчення спікання, яке визначалось за різким зниженням температури у вакуум-камері, чаша переверталась і витягався спечений агломерат. Визначались такі показники, як вихід спека з шихти, міцність при скиданні з висоти 2 м на залізну плиту, гранулометричний склад придатного агломерату. У придатному агломераті визначалась міцність на удар і стирання в стандартному барабані за виходом фракції агломерату 5 мм і -0,5 мм. Після усіх визначень з отриманого аг-

ломерату готувалося зернисте вороття, яке використалось для підготовки суміші за участю замасленої окалини.

Результати дослідів показали, що при оптимальних параметрах спікання й витраті суміші замасленої окалини і вороття агломерату питома продуктивність процесу підвищується внаслідок збільшення насипної щільності матеріалу, що знаходиться в кінці процесу спікання на колошниковій решітці, і в результаті збільшення виходу придатного агломерату. Також підвищується транспортабельність агломерату, яка характеризується показниками його міцності. Введення у процес встановленої дослідним шляхом кількості замасленої окалини дозволяє підвищити вміст заліза в готовому агломераті на 1,5-2,2 % у порівнянні зі спіканням аглошихти без замасленої окалини.

УДК 669.213.3

Л.Н. САЙГАРЕЄВ, В.В. ПЛОТНИКОВ кандидати техн. наук, О.О. ЯРИГА магістрант,  
Криворізький національний університет

### **ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВТОРИННОЇ ПРОКАТНОЇ ОКАЛИНИ В АГЛОМЕРАЦІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Існує значна кількість способів агломерації залізородних матеріалів методом просмокування повітря через шар аглошихти, що включає завантаження замасленої окалини. Серед їх недоліків основними є такі

Не вирішується головна проблема транспортування замасленої окалини по конвеєрних трактах, видача її з дозуючого бункера й рівномірний розподіл по поверхні шару агломерату.

Наявність у нижніх горизонтах шару неспеченої шихти сприяє адсорбції охолоджених парів масла в газоповітряних трактах.

Нанесений на поверхню шихти шар замасленої окалини утворює щільну структуру з низькою газопроникністю, що знижує фільтрацію повітря через шар шихти в цілому, приводить до зниження швидкості спікання й, у підсумку, до зниження продуктивності агломашини.

Наявна в складі замасленої окалини волога (до 10-12 %) випаровується, пари просмоковуються через шар й адсорбуються у нижніх холодних горизонтах шару, утворюються перезволожені ділянки, які знижують продуктивність процесу спікання і якість агломерату.

У пропонованому технічному рішенні кількість уведеної в процес агломерації замасленої окалини збільшена при одночасному підвищенні швидкості спікання й стабілізації міцності агломерату та повній утилізації властивостей енерговмісного компонента.

Технологія спікання агломерату з енерговмісними відходами включає підготовку шихтових матеріалів, укладання шихти з нанесеним на поверхню шаром замасленої окалини на спікальні візки, запалювання шихти, просмокування повітря через загальний шар і наступне повторне запалювання шару замасленої окалини.

Замаслену окалину попередньо змішують із сухим зернистим залізвмісним матеріалом крупністю 0-8 мм у співвідношенні  $(1,5 \div 2,0) : (2,5 \div 3,0)$  й укладають отриману суміш перед додатковим запальним пристроєм на охолоджений верхній шар агломерату, який має у своїй нижній частині температуру 800-1000 °С, у завершальному періоді його спікання. Для повного засвоєння висота шару енерговмісної суміші, нанесеної на поверхню охолодженого агломерату, повинна становити  $(50 \pm 10)$  мм.

Для рекуперації тепла утворюваний газ, що відходить, з-під зони додаткового запалювання у завершальній частині аглопроцесу направляють у шар, що спікається, і просмоковують через нього.

При оптимальних параметрах спікання й витраті суміші, що укладається на поверхню шару, питома продуктивність підвищується за рахунок збільшення насипної щільності матеріалу, який перебуває наприкінці процесу спікання на колошникових ґратах, а також за рахунок збільшення кількості придатного агломерату унаслідок підвищення його міцності. Крім того, підвищується транспортабельність агломерату, яка характеризується показниками його міцності.



Уведення в процес установленої дослідним шляхом кількості замащеної окалини дозволяє підвищити вміст заліза в готовому агломераті на 1,5-2,2 % у порівнянні зі спіканням звичайної (без замащеної окалини) аглошихти.

УДК 669.11+669.295

Д.Ю. БАБОШКО, аспірант, Г.В. ГУБИН, д-р техн. наук, проф., В.В. ТКАЧ, канд. техн. наук, проф., С.Н. ЗИМА, канд. геол.-минерал. наук. Криворозський національний університет

## ОСОБЕННОСТИ КАРБОМЕТРИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОКУСКОВАННЫХ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

В современных условиях традиционные источники железосодержащего металлургического сырья в большей мере начинают замещаться комплексными рудами, которые могут в полной мере удовлетворить потребности по получению не только сплавов железа, но и других, необходимых и важных продуктов, например, титаносодержащих. Украина обладает большими запасами комплексных богатых титаномагнетитовых руд, использование которых возможно после разработки новой энергоэффективной технологии. Одним из основных недостатков, предлагаемых в настоящее время технологии переработки богатых титаномагнетитовых руд (>20 %  $TiO_2$ ) является то, что весь объем частично восстановленного продукта направляется на электроплавку, что влечет за собой повышенный расход электроэнергии на процессы довосстановления продукта.

Была предложена и исследована технология переработки титаномагнетитового концентрата с высокой массовой долей титана (более 20%  $TiO_2$ ) методом карботермического восстановления в кольцевой вращающейся печи, в основе которого лежит процесс наиболее полного восстановления окискованного материала оксидов железа в твердой фазе с получением свободных частиц (корольков) железосодержащего сплава и шлака (рис.1).

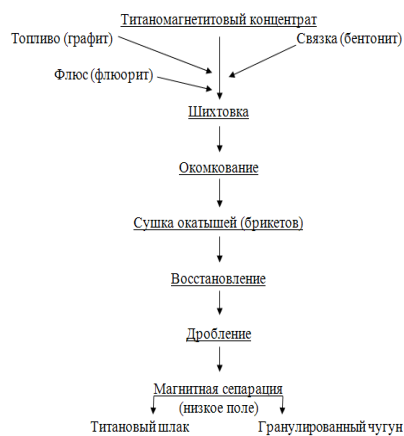


Рис. 1. Технологическая схема переработки титаномагнетитового концентрата

Сырые окатыши (брикеты), которые содержат углерод после сушки, загружаются в кольцевую печь с подом, что вращается, нагреваются и восстанавливаются. Процесс карботермического восстановления титаномагнетитового концентрата апатит-ильменит-титаномагнетитовых руд начинается с температур 620-640 °С, при которых происходит выделение железа из твердого раствора с образованием оксида железа. При повышении температуры процесс оксиды железа восстанавливаются и частично растворяют в себе углерод с образованием  $Fe_3C$ . Восстановительные преобразования оксидов титана активизируются при температурах более 800 °С по схеме  $TiO_2 \rightarrow Ti_3O_5 \rightarrow Ti_2O_3 \rightarrow TiC$  с образованием карбида титана. Наиболее полное отделение железа от титана при карботермическом восстановлении титаномагнетитового концентрата с массовой долей более 20 %  $TiO_2$  происходит из шихты с массовой долей углерода ~18 % при температуре 1450 - 1500 °С. Экспериментальные исследования показали, что восстановленные окатыши из титаномагнетитового концентрата представляют собой пористые тела со скорлуповатой текстурой, с включением металлического железа полусферической формы размером 0,5 - 5 мм. Неметаллическая фаза представляет собой тонковолокнистые агрегаты рутила с незначительными включениями полуоплавленных рудных зерен с каймой металлического железа толщиной 1-3 мкм. Восстановленный продукт имеет легко разрушаемый каркас. В слабомагнитном поле измельченные окатыши легко разделяется на шлаковую титаносодержащую и металлическую железосодержащую части. Извлечение железа из

концентрата в металл составило не менее 90 %, шлаковая часть представлена на 60 – 63 % оксидом титана (TiO<sub>2</sub>).

Подводя итог всему сказанному, следует отметить, что в данной технологии предлагается использовать нагрев, восстановление и плавление рудугольных окатышей (брикетов), из титаномагнетитового концентрата в одном агрегате, в отличие от предыдущих работ.

УДК 622.7:621.1.016

В.В. ТКАЧ, канд. техн. наук, доц., Д. ЕРМАК, канд. хіміч. наук, доц.,  
В.Д. ЄВТЄХОВ, д-р геол.-мінерал. наук, проф., Т.В. ОРЕЛ, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## **МЕТОДИКА ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ ТА ПРОДУКТІВ ЗБАГАЧЕННЯ**

В умовах зростаючої енергетичної кризи і дефіциту власних енергетичних ресурсів перед українськими підприємствами гірничо-металургійного комплексу стоїть проблема, пов'язана з енергетичним і матеріальним забезпеченням існуючих обсягів виробництва.

При цьому слід звернути увагу не лише на економію енергетичних ресурсів, але і розробити сучасну єдину методологію і методику обліку споживання і нормування енергоматеріальних ресурсів, оцінки технологій по параметру енергоємності, їх впливу на довкілля.

Особливості застосування ексергетичного методу аналізу технологічних систем переробки мінеральних речовин розглянуті в роботі [1-3].

Вироблено оцінку енергоефективності ГЗК на основі методики складання повного ексергетичного балансу.

Ексергія твердого перетворюваного мінерально-сировинного ресурсу визначає міру (ступень) практичної придатності цього матеріалу з певними фізико-хімічними, фізико-механічними властивостями до подальшого його використання в різних процесах.

Цільовим продуктом в системі перетворення мінеральної сировини на ГЗК є концентрат або огрудкований матеріал.

Під ексергією цільових продуктів системи розуміється міра їх енергетичного стану в доквіллі.

Чим вище ексергія кінцевого цільового продукту системи, тим більше ефективно пройшов процес дії перетворюючих потоків на перетворюваний матеріал.

Іншими словами, ексергія (сумарна ексергія готових продуктів) цільових продуктів системи характеризує максимальну здатність цього продукту сприймати дії, що робляться на нього, в ході подальшої переробки.

Вихідна руда та цільові продукти ГЗК складаються з мінеральних компонентів.

Розроблено методику та виконано розрахунки ексергії мінеральної сировини - руди Північного ГЗК на підставі величини ексергії мінеральних компонентів.

Для багатьох складних силікатних мінералів відсутні дані, як по величинах ексергії, так і по відповідних термодинамічних характеристиках (ентальпія, ентропія, вільна енергія Гіббса) цих же мінералів.

Ці величини отримані розрахунковим методом і їх величини, приведені у різних авторів, розходяться між собою.

Відсутні також і точні дані по ступеню заміщення основних компонентів мінералами заміщаючими компонентами, що спотворює дані про склад руди або промислового продукту, виражені в об'ємних відсотках при перерахунку його концентрації оксидів елементів виражають в масових долях.

При такому перерахунку отримана концентрація оксидів в масових частках від середньої з великої кількості визначень могла відрізнитися по макрокомпонентам на декілька відсотків.

Класичним є підхід, коли відомі термодинамічні характеристики реакції (ентропія, вільна енергія Гіббса) і ексергії хімічних елементів з якого складається речовина

$$e_x(\text{речовина}) = \Delta G_{\text{утворення речовини}} + \sum_{i=1}^{i=n} e_{x,i}$$

Метод розрахунку	Руда	Концентрат	Хвости
Розрахунок з використанням ексергії мінералів	0,38	0,51	0,28
Розрахунок через ексергії оксидів	0,39	0,52	0,33
Розрахунок через ексергії оксидів по вихідним параметрам	0,45	0,57	0,39
Усреднені показники	0,385	0,515	0,317

На підставі розробленої методики було розраховано значення ексергії мінералів руди та продуктів збагачення ПівніГЗК (ГДж/т).

Для розрахунку ексергії мінералів нами були використані значення ексергії окремих елементів і значення вільної енергії Гіббса оксидів, по яких були розраховані молярні ексергії оксидів.

Методичні розробки дозволяють розрахувати ексергетичні показники руд та продуктів збагачення різних родовищ залізних руд.

#### Список літератури

1. Ткач В.В. Методологічні основи ексергетичного аналізу технології переробки мінеральної сировини // Гірничий вісник ДВНЗ КНУ. №95. 2012. С.104-108.
2. Степанов В.С. Анализ энергетического совершенства технологических процессов. Наука. Новосибирск. - 1984. - 284с.
3. Эксергетические расчеты технических систем. Справочное пособие под ред. Долинского А.А. и Бродянского В.М. - Киев. Наукова думка. 1991. = 360с.

УДК 622.7

Ю.С. МЕЦ, А.Ю. АНТОНОВ, доктора техн. наук, проф.,  
В.В. ТКАЧ, Т.В. ОРЕЛ кандидаты техн. наук, доц.  
Криворожский национальный университет

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОМАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ В ПРОЦЕССАХ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Вопросы энерго- и ресурсосбережения на горно-обогатительных предприятиях особенно остро стоят в технологических процессах добычи, дробления и измельчения железистых кварцитов, которые относятся к крепким породам. Необходимым условием применения технологических или технических методов повышения качества металлургического сырья на стадии добычи и рудоподготовки должно быть обусловлено неповышением его энергоемкости. Это направление является наиболее актуальным для решения вопросов по улучшению качества металлургического сырья с одновременным снижением расхода первичных энергоматериальных ресурсов. Решение задачи необходимо искать в комплексном подходе к вопросам энергосбережения, во-первых, использовать наименее энергоемкие способы разрушения руды на всех стадиях от ее добычи до переработки, во-вторых, оптимизировать распределение энергозатрат в цепи «взрыв – дробление – измельчение», технологические параметры звеньев которой существенно влияют на энергоемкость рудоподготовительного передела в целом. Удельные энергозатраты на дезинтеграцию руды с учетом степени сокращения для стадий дробления составляют  $0,026 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ , а для стадий измельчения -  $0,113 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ , т.е. в 4,35 раза больше и имеют тенденцию к увеличению с уменьшением крупности готового продукта [1]. На настоящий момент накоплен практический опыт и научные знания в разработке способов внешнего воздействия на рудный материал перед заключительным этапом дезинтеграции – измельчение. В ряде работ обоснована целесообразность применения перед дроблением или измельчением немеханических способов воздействия на минеральное сырье, предполагая распад минеральных фаз с полным освобождением и сохранением извлекаемого минерала. Одним из способов немеханического воздействия на минеральное сырье является взрывное воздействие. Эксперименты показали перспективность воздействия взрыва на структуру горных пород с целью ее разупрочнения и создания условий для эффективной избирательной последующей дезинтеграции [2]. Од-

ним из эффективных направлений комплексного подхода к процессу дезинтеграции является метод ведения взрывных работ проф. Ю.С. Мец, основанного на эффекте взрывной усталости горных пород и позволяющий получать взорванную горную массу с другими, отличными от традиционной технологии физико-механическими свойствами [3].

Ресурсосберегающая взрывоподготовка руды позволяет снизить условно максимальную крупность кусков взорванной горной массы, направляемой в цикл крупного дробления с 930 мм до 750 мм. При этом достигается сокращение объема руды, который необходимо подвергнуть дроблению в 1,75 раза. Удельный расход энергоматериальных ресурсов на дробление снижается на 0,71-0,73 МДж/т. Снижение крупности и крепости взорванной руды оказывает положительное влияние на износ броней дробилок, зубьев и напорных тросов экскаваторов, конвейерных лент транспортного цикла руды и др. узлов технологического оборудования. Износ броней крупного дробления уменьшится в 3,5 раза, а броней среднего и мелкого дробления в 1,5-2,25 раза. Период между сменой броней увеличится в 1,5-3,5 раза. Снижение энергоемкости при этом составит 0,7-1,3 Мдж/т руды. С учетом повышения эффективности процесса измельчения руды в 1 стадии достигается перераспределение энергоматериальных затрат в цепочке «взрыв–дробление–измельчение» и их снижение в целом на 4,85-6,53 МДж/т. Общий к.п.д. горно-обогажительного комбината повышается на  $\eta_{\text{экс}}^{\text{отн}} = 0,13-0,14 \%$ .

#### Список литературы

1. Обоснование энергосберегающих технологий дезинтеграции горных пород. // Голованов А.В., Габов В.В., Сапожников А.И. и др. // Горный журнал. - 2012. № 11. - С. 11-14.
2. **Потапов А.И.** Физико-техническое обоснование взрывной рудоподготовки железистых кварцитов // Автореф. дис. докт. техн. наук. - М., 1985.
3. **Мец Ю.С.** Исследование усталости горных пород // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 1983. №1. - С.42-47.

УДК 669.187

А.С. АМЕЛЬЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., Т.В. ИЛЬЧЕНКО, магистрантка  
Криворожский национальный университет

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГОРЯЧЕГО БРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ**

Горячее брикетированное железо (ГБЖ) - один из видов прямо восстановленного железа (ПВЖ). Материал с высоким (>90 %) содержанием железа, полученный по технологии, отличной от доменного передела. Используется в качестве сырья для производства стали. Высококачественный (с малым количеством вредных примесей) заменитель чугуна, металлолома.

Известно, что использование губчатого железа при выплавке стали (в основном, в электродуговых печах) позволяет производить наиболее высококачественный, экономически выгодный (с относительно низкой энергоемкостью) и экологически чистый металл (по сравнению с доменным процессом), пригодный для удовлетворения самых высоких требований таких отраслей-потребителей, как машиностроение (авиа-, судостроение и т. д.).

Одной из наиболее распространенных технологий по производству ГБЖ обладает компания Midrex (США). В СНГ крупнейший производитель товарного ГБЖ — Лебединский горно-обогажительный комбинат.

Губчатое железо находит широкое применение при выплавке чугуна и стали, в производстве железного порошка и в других процессах. Основными преимуществами его являются: высокая чистота по примесям, однородность по химическому составу и стабильность физических свойств (плотность, насыпная масса, электро- и теплопроводность и т.д.). Недостатком губчатого железа является наличие в нем остаточного кислорода и пустой породы.

В частности, известно, что углеродистые и легированные стали ответственного назначения (для коленчатых валов, сосудов высокого давления и т.д.), шарикоподшипниковые, инструментальные, быстрорежущие, нержавеющей, жаропрочные, электротехнические, а также специ-

альные (мартенситостареющие, для ядерной техники и др.), выплавленные на губчатом железе, по сравнению со сталями, выплавленными на леме, обладают более высокой степенью чистоты по примесям и неметаллическим включениям, имеют большую пластичность и вязкость.

При применении ГБЖ, качество сталей может проявляться по разным направлениям. Прежде всего это влияние обусловлено низким содержанием в металлизированном сырье постоянных и случайных примесей. В ГБЖ, получаемом путем газового восстановления, содержатся лишь небольшие количества фосфора и серы. Это создает предпосылки получения низкого или особо низкого содержания этих примесей в стали, выплавленной из губчатого железа.

Кроме того, соблюдение определенных режимов технологии выплавки стали с использованием ГБЖ обеспечивает получение в стали весьма низких содержаний газов азота и водорода.

Установлено, что за счет выплавки сталей на ГБЖ уменьшается содержание постоянных примесей серы и фосфора, а также случайных примесей: мышьяка, меди, сурьмы, олова, свинца и других цветных металлов, попадающих в сталь из чугуна и скрапа. Суммарное количество этих элементов в сталях, выплавленных с применением ГБЖ, в ~3 раза меньше, чем обычных сталях, выплавленных на скрапе. Загрязненность неметаллическими включениями этих сталей несколько меньше, чем обычных сталей из скрапа, содержание газов в сталях такое же, как и в обычных или несколько меньше.

Выявлено, что использование при выплавке конструкционных сталей ГБЖ вместо скрапа приводит к увеличению на 35-50% показателя горячей пластичности.

УДК 669.1.004.18

А.С. АМЕЛЬЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., В.С. ДВОРНИКОВ, магистрант,  
Криворожский национальный университет

### **ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ**

Черная металлургия является одной из наиболее материало- и энергоемких отраслей промышленности. Она потребляет около 9 % топлива и вырабатываемой электроэнергии, а доля материальных затрат на производство металлопродукции превышает 70 %. С учетом масштабов производства черных металлов, а также потребления черной металлургией топливно-энергетических ресурсов проблема материало- и ресурсосбережения является весьма актуальной.

Сегодня самым дорогостоящим энергоносителем является электроэнергия. Благодаря непрерывному совершенствованию электроплавильных агрегатов (индукционных и дуговых печей) доля жидкого металла, получаемого в электропечах растет. Однако суммарный термический коэффициент полезного действия (ТКПД) электроплавки 55-65 %. При энтальпии жидкого чугуна и стали, примерно, 1300 и 1500 МДж/т соответственно затраты электроэнергии при плавке составляют от 2 до 2,7 тыс. МДж/т или 550-750 кВт·ч/т.

В настоящее время для электропечей разработан и апробирован ряд технологических процессов, которые позволяют существенно интенсифицировать их работу, сократить удельный расход электроэнергии и одновременно обеспечить высокое качество жидкого металла.

Среди них, например, для электродуговых печей, интенсивное применение кислорода как для продувки жидкой ванны, так и в топливно-кислородных горелках, устанавливаемых в стенах и своде печей, продувка инертными газами, вдувание углеродосодержащих материалов и вспенивание шлака, работа на длинных дугах, использование в завалке до 25-30 % жидкого чугуна, работа «с болотом», дожигание СО непосредственно в рабочем пространстве печи, подогрев шихты в печи и в автономных установках. Кроме того, последние годы расширяется использование электродуговых печей постоянного тока и индукционных печей средней и повышенной частоты. Эти мероприятия позволяют снизить средние удельные затраты электроэнергии на плавку с 650-750 кВт·ч/т до 400-500 кВт·ч/т и менее.

Если оценивать способы сокращения удельных затрат электроэнергии, то ориентировочно можно расположить их следующим образом (по максимальным значениям в % от удельного расхода): дожигание СО в рабочем пространстве ~6, работа со вспененными шлаками ~9, повышение удельной мощности с поддержанием длинных дуг ~10, вдувание кислорода ~10, использование жидкого чугуна ~10, использование топливно-кислородных горелок ~12, подогрев шихты ~22.

Наибольший эффект сокращения удельных энергозатрат при электроплавке обеспечивает предварительный подогрев шихты. На нагрев и расплавление металлозавалки в плавильной печи расходуется, примерно, 70-75 % энергии на перегрев и доводку жидкого металла ~ 25-30 %. Нагрев шихты до температуры 550-750 °С сокращает на 30-35% затраты энергии в первый период плавки.

Подогрев шихты может быть осуществлен несколькими способами. Наиболее простое техническое решение - нагрев газовыми или газокислородными горелками непосредственно в рабочем пространстве печи.

Для нагрева кускового материала в слое наиболее эффективным способом является продувка высокотемпературными газами (филтрация) при конвективном теплообмене. Такой режим, существующий, например, в шахтных печах, обеспечивает при нагреве т.к.п.д. до 65-75 %. При скоростях продувки 15-25 м/с коэффициент объемного теплообмена достигает 1,2-1,8 МВт/м<sup>3</sup>.

Наиболее привлекательным с точки зрения экономии ресурсов является использование тепла отходящих газов. Развитием способа нагрева шихты в слое путем продувки отходящими газами можно считать шахтно-дуговые печи, в последние годы введенные в эксплуатацию на некоторых предприятиях металлургии.

Утилизация и вторичное использование металлоотходов (рециклинг) и энергоресурсов - основные направления позволяющие решать проблему снижения энергозатрат.

## **Секція 10 – ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА, ГІРНИЧНІ МАШИНИ ТА ГАЛУЗЕВИЙ ТРАНСПОРТ**

УДК 621.867.212

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, доц., М.С. ДОРГОБУЗОВА, магістрант  
Криворізький національний університет

### **АНАЛІЗ ТА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ НАПРЯМКІВ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОЛИКОПОР СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ**

В даному дослідженні проаналізовані методи оцінки якості роликкопор, фактори, що впливають на неї, розглянуті основні тенденції в проектуванні і виготовленні раціональних конструкцій роликкопор стрічкових конвеєрів, запропоновані шляхи підвищення їх довговічності.

**Проблема та її зв'язок з науковими та технічними задачами.** Ефективність використання стрічкових конвеєрів в значному ступені визначається терміном служби стрічок і надійністю деталей та вузлів конвеєра в складних умовах гірничодобувних і гірничозбагачувальних підприємств. Підвищення надійності і якості конвеєрів досягається застосуванням високоміцних і довговічних гумотросових і гумотканинних стрічок, уніфікованих приводних блоків і роликів.

Одним з найважливіших вузлів механічного обладнання стрічкових конвеєрів є роликкопори. Вартість роликів, кількість яких на одному конвеєрі коливається від декількох десятків до декількох тисяч штук, складає зазвичай 25-30% вартості стрічкового конвеєра або 50-60% вартості вузлів механічного обладнання (крім стрічки). Враховуючи, що ролики є найменш довговічним вузлом і протягом експлуатації конвеєра поновлюються від 2 до 4-5 разів, вартість їх зростає. Ролики дуже трудомісткі в монтажі та експлуатації. На них припадає до 40% усіх витрат на обслуговування і ремонт конвеєра або до 80-90% усіх витрат на обслуговування та ремонт механічного обладнання. Якщо не враховувати стрічку, то в основному ролики визначають працездатність конвеєра, надійність його роботи, довговічність, енергоємність, мають вирішальний вплив на довговічність стрічки [1,2].

Таким чином, тема роботи безсумнівно актуальна.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Вивчення джерел науково-технічної інформації показує, що багато вітчизняних і закордонних фірм, науково-дослідних закладів і промислових підприємств ведуть роботи по удосконаленню конструкцій роликів і технології їх виробництва;

більше половини науково-технічної літератури по стрічковим конвеєрам так чи інакше присвячено роликам [2]. Сучасні конструкції роликів повинні надійно підтримувати стрічку з найменшими опорами руху, створювати потрібний профіль жолобчастості стрічки, мати невелику масу і високу надійність при роботі у важких умовах експлуатації гірничих і гірничозбагачувальних підприємств.

**Постановка завдання.** Метою роботи є аналіз та вибір раціональних напрямків підвищення довговічності роликів стрічкових конвеєрів.

**Викладення матеріалу і результати.** У роботі розглянуто методи оцінки якості роликів, оцінений вплив технічного стану роликів на енергоємність процесу транспортування, проаналізовані фактори, що впливають на надійність та довговічність роликів, розроблено рекомендації щодо можливих шляхів підвищення довговічності роликів стрічкових конвеєрів [3-5].

**Висновки і напрямки подальших досліджень.** Практичне використання результатів досліджень дасть можливість суттєво підвищити надійність та довговічність роликів стрічкових конвеєрів.

#### *Список літератури*

1. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков, Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев и др. Под ред. А.О. Спиваковского. – М: Недра, 1982, - 349 с.
2. Колобов Л.Н., Гнутов А.Н., Раковщик А.Н., Цоглин А.Н. Ролики ленточных конвейеров. – Подъемно-транспортное оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 6-74-41. – М.: 1975, № 41, - 54 с.
3. Биличенко Н.Я., Додатко А.И. Методика оценки уровня качества роликов ленточных конвейеров. – Шахтный и карьерный транспорт. Вып. 10. – М.: Недра, 1986, с. 76-82.
4. Шпакунов И.А., Козлов Е.М. Основные факторы, определяющие надежность работы роликов ленточных конвейеров. – Вопросы рудничного транспорта. Вып. 13. – К.: Наукова думка, 1974, с. 140-152.
5. Бысов Л.Ф., Овчаров Б.З., Хонин Ю.А. Совершенствование конструкций конвейерных роликов. – Подъемно-транспортное оборудование: Респ. межвед. науч.-техн. сб., вып. 19. - К.: Техника, 1988, с. 67-70.

УДК 621.979.21:622.788

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, доц., П.С. САМКО, магістрант  
Криворізький національний університет

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВАЛЬЦЬОВИХ ПРЕСІВ ДЛЯ БРИКЕТУВАННЯ РУД**

В даному дослідженні проаналізовані можливі шляхи інтенсифікації пресового обладнання для виробництва рудних брикетів, запропоновані раціональні параметри вальцьових пресів з пристроями для попереднього вібраційного ущільнення шихти.

**Проблема та її зв'язок з науковими та технічними задачами.** Подальший розвиток гірничо-металургійного комплексу країни вимагає удосконалення технологій видобутку і переробки руд та концентратів, використання у виробництві різноманітних залізистих відходів. При глибокому збагаченні бідних залізних руд отримують тонкоподрібнені концентрати, які непридатні для безпосередньої плавки і потребують спеціальної підготовки (окускування) [1,2]. Агломерація таких концентратів недостатньо ефективна; спікання тонких концентратів протікає повільно і, як правило, призводить до зниження продуктивності агломераційних конвеєрних машин та погіршення якості агломерату. Виробництво окатишів шляхом огрудкування при певних перевагах цього способу окускування залізородної сировини також має ряд недоліків, особливо це стосується складності процесу випалу сирих окатишів при високих температурах.

Процеси брикетування руд, в своїй більшості, відносяться до безвипалювальних. Поява останнім часом високопродуктивного і економічного обладнання і, в першу чергу, вальцьових брикетних пресів, спонукала значне підвищення інтересу до брикетування, особливо для деяких видів сировини в чорній металургії [1-4].

Таким чином, тема роботи безсумнівно актуальна.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Вивчення джерел науково-технічної інформації показує наявність нових технологій, хороших результатів плавок на брикетах в різних металургійних

печах, перспективного досвіду експлуатації зарубіжних рудних брикетних фабрик. Порівняльний аналіз існуючого обладнання для брикетування свідчить, що найбільш перспективними є вальцьові преси, які дають можливість отримання брикетів з абразивних матеріалів при високих температурах (до 1000°C), а також із комплексної сировини, що складається з декількох компонентів. До основних переваг вальцьових пресів слід віднести безперервність процесу пресування, високу його продуктивність, відсутність динамічних навантажень, порівняно мале зношення робочих поверхонь, невеликі витрати енергії. Проте вони потребують подальшого удосконалення, у першу чергу з точки зору підвищення ефективності пресування, надійності та довговічності [3,4].

**Постановка завдання.** Метою роботи є відшукування можливих шляхів підвищення ефективності роботи вальцьових пресів для брикетування руд і концентратів.

**Викладення матеріалу і результати.** У роботі здійснено аналіз особливостей існуючого пресового обладнання для виробництва брикетів, досліджено процес утворення брикетів у вальцьовому пресі, проаналізовані можливі шляхи його інтенсифікації, зокрема за рахунок додаткового попереднього вібраційного підпресування шихти, розроблені рекомендації щодо вибору раціональних параметрів вальцьових пресів [5].

**Висновки і напрямок подальших досліджень.** Практичне використання результатів досліджень дасть можливість суттєво підвищити ефективність роботи вальцьових пресів для брикетування руд і концентратів.

#### *Список літератури*

1. **Кожевников И.Ю.** Окускование и основы металлургии: Учебник для вузов / И.Ю. Кожевников, Б.М. Равич. - М.: Металлургия, 1991. – 354 с.
2. **Ловчиновский Э.В.** Механическое оборудование фабрик для окускования железорудного сырья / Э.В. Ловчиновский. - М.: Металлургия, 1977. – 345 с.
3. **Равич Б.М.** Брикетирование руд / Б.М. Равич. - М.: Недра, 1982. – 183 с.
4. **Равич Б.М.** Брикетирование в цветной и черной металлургии / Б.М. Равич. - М.: Металлургия, 1975. – 232 с.
5. **Гончаревич И.Ф.** Вибротехника в горном производстве. – М.: Недра, 1992, - 319 с.

УДК 621.882.(083)+531.8

В.Ю. БІЛОНОЖКО, ст. викладач, Криворізький національний університет

## **НОВІ КОНСТРУКЦІЇ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ ГІРНИЧИХ МАШИН**

Різьбові з'єднання широко застосовуються в різноманітних машинах і обладнанні гірничого та загального машинобудування. До 60-70 % деталей і складальних одиниць машин і устаткування з'єднуються між собою різьбовими деталями або мають різьбу.

Міцність і вібростійкість різьбових з'єднань, стабільність у часі їх навантажувальних характеристик багато в чому визначають працездатність окремих вузлів і агрегатів, а також надійність гірничих, гірничо-збагачувальних машин і обладнання в цілому.

Досвід експлуатації сучасних гірничих машин і устаткування показує, що міцність і надійність застосовуваних у них різьбових з'єднань недостатні.

При використанні стандартних різьбових з'єднань спостерігається значна нерівномірність розподілу навантаження по витках різьби, а звідси - висока концентрація напруги, ослаблення затягування і, як наслідок, збільшення частки навантаження, що сприймається болтом, а також інші несприятливі явища. Все це знижує надійність різьбових з'єднань, з часом призводить до їх руйнування.

Однією з причин такого становища є використання в гірничому машинобудуванні уніфікованих стандартних різьбових з'єднань, конструкція і параметри яких розраховані для усереднених навантажувальних режимів, які спостерігаються в загальному машинобудуванні.

Реальні режими навантаження гірничих, гірничо-збагачувальних машин і обладнання значно відрізняються від усереднених показників.

Тому для підвищення надійності цих машин і устаткування, зниження експлуатаційних витрат і трудомісткості ремонтів необхідна розробка нових конструкцій їх з'єднувальних елемен-



тів - різьбових з'єднань, характеристики яких були б адекватними до реальних умов їх експлуатації.

В результаті теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що на перший від опорного торця гайки виток різьби доводиться до 36-40 % від загального навантаження на з'єднання [1].

Концентрація напруги в западині першого витка різьби значно збільшує ймовірність руйнування стержня болта в цьому перерізі.

Максимальна напруга розтягування в западині другого витка в 2,5 рази менша, ніж напруга в западині першого витка різьби, для третього і подальшого витків ця тенденція зберігається.

Аналіз цієї тенденції дозволив нам сформулювати ідею підвищення надійності різьбових з'єднань за рахунок збільшення рівномірності розподілу навантаження між витками шляхом зміни податливості різьби болта відповідно до закону зміни навантаження на витки.

За цим положенням розроблено 12 нових конструкцій різьбових з'єднань з підвищеною податливістю нижньої частини гайки для гірничих, гірничо-збагачувальних машин і обладнання, в яких забезпечується розвантаження найбільш навантажених нижніх витків різьби [2].

Різьбове з'єднання 1-го варіанту складається з болта стандартної конструкції і гайки, опорна поверхня якої має конічну форму (рис. 1).

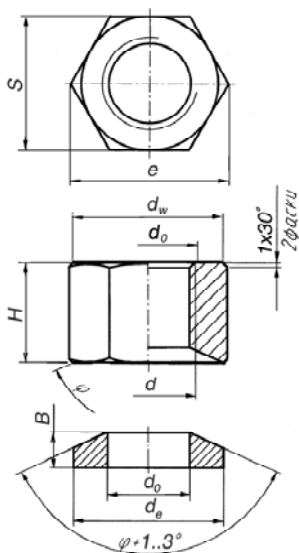


Рис. 1. Гайка різьбового з'єднання з рівномірним розподіленням навантаження між витками - тип 1

Параметри гайки відповідають стандартним вимогам до болтових з'єднань, кут конусності опорного торця гайки дорівнює  $\varphi_2=120^\circ$ . Гайка спирається на шайбу, верхній торець якої виконаний по конічній поверхні з кутом конусності  $\varphi_{ш} = \varphi_2 + (1-3)^\circ$ . Різниця в значеннях конусності опорного торця гайки і верхнього торця шайби складає  $(1-3)^\circ$  і є важливим параметром з'єднання. Під впливом сил затягування і зовнішнього навантаження в гайці з конічною опорною поверхнею виникають радіальні складові цих сил, які діють поблизу опорної поверхні. Тут гайка пружно деформується, отвір гайки розширюється. Пружним деформаціям додатково сприяє невелика різниця  $(1-3)^\circ$  в значеннях конусності опорних поверхонь гайки і шайби. При збільшенні діаметра отвору гайки під дією навантаження перші витки різьби гайки виходять з повного зачеплення з витками різьби болта. Витки різьби гайки і болта, контактуючи лише частково, працюють на вигин як консольні балочки і збільшують тим самим податливість витків різьби. Деформації конуса гайки максимальні у найбільш навантаженої області - біля торця гайки, потім вони зменшуються, при цьому скорочується довжина консольних балочок, а отже і податливість різьби.

Отже, навантаження з перших витків різьби переміщується на інші, раніше менш навантажені, забезпечуючи цим самим вирівнювання навантаження, розподіленого між окремими витками по всій висоті гайки.

Отже, навантаження з перших витків різьби переміщується на інші, раніше менш навантажені, забезпечуючи цим самим вирівнювання навантаження, розподіленого між окремими витками по всій висоті гайки.

**Висновки.** У результаті проведених нами науково-дослідних робіт запропоновано ряд конструкцій сполучних елементів - різьбових з'єднань гірничих, гірничо-збагачувальних машин і устаткування, характеристики яких адаптовані до умов промислової експлуатації та застосування яких забезпечує зростання рівня надійності машин та обладнання.

#### Список літератури

1. Расчет на прочность деталей машин: Справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шор, Г.Б. Иосилевич. - М.: Машиностроение, 1993. - 640 с.
2. Рудь Ю.С., Эль-Гергави Ф. Конструкция и расчет резьбовых соединений горных машин/Горный информационно-аналитический бюллетень.- 2000. - №4.-С. 90-92.

УДК 622.788.36

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, доц., В.С. ДЕРЯБІН, магістрант

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІБРАЦІЙНОЇ ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ СИРИХ ОКАТИШІВ І ОБГРУНТУВАННЯ ЙОГО РЕЖИМУ

В даному дослідженні проаналізована можливість використання вібраційного способу поверхневого зміцнення сирих окатишів для підвищення їх здатності до транспортування і зберігання і для зменшення відходів виробництва.

**Проблема та її зв'язок з науковими та технічними задачами.** Збільшення кількості й підвищення якості залізних концентратів є найважливішими тенденціями в області рудопідготовки.

Найпоширенішим типом магнетитових руд є магнетитові кварцити, які характеризуються здебільшого дуже малими розмірами рудних зерен. Тому для одержання концентратів із вмістом заліза 64-65% і вище технологічні схеми збагачення тонковкраплених магнетитових кварцитів передбачають подрібнювання руди до 0,074 мм, у ряді випадків до 0,05 мм. Комбінована схема з доведенням магнітного концентрату флотацією при кінцевому подрібнюванні до 99% класу -0,044 мм дозволяє підвищити вміст заліза в концентраті до 69% і вище.

Виробництво в великих кількостях тонкоподрібнених концентратів і їхня здатність при вільному огрудкуванні порівняно легко утворювати кулясті грудки, які в результаті окисного випалу здобувають міцність, з'явилися передумовами виникнення й розвитку нового процесу рудопідготовки - огрудкування концентратів [1-4].

Основним недоліком огрудкувального процесу є недостатня міцність сирих окатишів. Транспортування їх від огрудкувача до випалювальної машини супроводжується численними перевантаженнями, падінням зі значної висоти й, як наслідок цього, руйнуванням гранул і утворенням значної частки дріб'язку в потоці, який доводиться повертати на повторний процес огрудкування [2]. Отже тема роботи, безперечно, є важливою й актуальною.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Вивчення джерел науково-технічної інформації показує, що фактична якість сирих окатишів не відповідає існуючим вимогам до них. Міцність сирих окатишів знаходиться в залежності від вмісту тонких фракцій у концентраті, пористості, вологості і розміру гранул. Зміцнення сирих окатишів для зниження втрат продукції огрудкувального виробництва можна домогтися шляхом поверхневої обробки окатишів вібраційними впливами для створення зміцненої кірки, що захищає їх від руйнування під час транспортування від огрудкувача до випалювальної машини [5].

**Постановка завдання.** Метою роботи є дослідження процесу вібраційної зміцнювальної обробки сирих окатишів і обґрунтування його режиму.

**Викладення матеріалу і результати.** У роботі здійснено аналіз існуючого технологічного обладнання для огрудкування продуктів збагачення, насамперед з точки зору забезпечення вимог до якості сирих окатишів; досліджено можливі шляхи її підвищення; розглянуто можливість використання для цього процесу вібраційного поверхневого зміцнення матеріалів; з'ясовано вплив вібрацій на пористість, вологість та міцність сирих окатишів; обґрунтовано раціональний режим вібрацій і параметри обладнання для вібраційного зміцнення гранул; розроблено рекомендації щодо практичного використання результатів дослідження.

**Висновки і напрямок подальших досліджень.** Практичне використання результатів досліджень дасть можливість суттєво підвищити міцність сирих окатишів та ефективність огрудкувального виробництва у цілому.

### *Список літератури*

1. Бережний М.М., Мовчан В.П. Збагачення та окусування сировини. - Кривий Ріг, 2000, 365 с.
2. Бережной Н.Н., Губин Г.В., Дрожилов Л.А. Окомкование тонкоизмельченных концентратов железных руд. – М.: Недра, 1971, 176 с.
3. Бессараб В.И. Проектирование и эксплуатация оборудования фабрик окомкования. – М.: Металлургия, 1986, с. 152.
4. Ловчиновский Э.В. Механическое оборудование фабрик для окусования железорудного сырья. – М.: Металлургия, 1977, 256 с.
5. А.с. СССР № 1617962, кл. С 22В 1/24, 1989.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, докт. техн. наук, проф., Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, доц.,  
М.М. ЄЖЕЛЬ, магістрант Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА ПРОЦЕС ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗАКЛАДНИХ СУМІШЕЙ ТА ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

В даному дослідженні проаналізована можливість використання вібраційного способу транспортування закладних сумішей, що тверднуть, обґрунтовані та вибрані параметри установки вібросамопливного транспорту.

**Проблема та її зв'язок з науковими та технічними задачами.** Подальший розвиток гірничої промисловості пов'язаний з неухильним підвищенням екологічних вимог, що ставить задачу створення виробництв, які виключають або істотно знижують шкідливий вплив на навколишнє середовище, а також удосконалення устаткування з метою зменшення матеріало- та енергоємності процесів видобутку, збагачення й переробки корисних копалин.

Одним із способів раціонального використання надр є застосування систем розробки із закладкою виробленого простору сумішами, що тверднуть, які забезпечують мінімальні втрати руди, охорону земної поверхні, утилізацію частини відходів виробництва тощо [1].

Найбільш складним і трудомістким етапом ведення закладних робіт при використанні в якості інертного заповнювача нестандартних пісків (вміст глини до 40%) і відходів виробництв є доставка суміші у вироблений простір, надійність якої впливає на міцність штучного масиву.

Проблема безперервної доставки закладних сумішей у вироблений простір протягом циклу закладних робіт може бути вирішена у випадку використання вібраційних установок трубопровідного транспорту, що виключають закупорки трубопроводу і забезпечують транспортування суміші на відстань, яка в 7-8 разів перевищує висоту його вертикального постапу [2,3].

Отже, тема роботи, безперечно, є важливою і актуальною.

**Аналіз досліджень та публікацій.** При відпрацьовуванні родовищ корисних копалин виникає необхідність подавання закладної суміші на відстань, що у 15-20 разів перевищує висоту заповнення вертикального постапу трубопроводу. Для ефективної роботи установок вібросамопливного транспорту в цих умовах необхідно, щоб їхні параметри відповідали використовуваному складу закладної суміші, забезпечували тискотропне розрідження дисперсного середовища (вода, в'язуча речовина, глина тощо) суміші й зниження опору її переміщенню, а видалення суміші з трубопроводу здійснювалося при використанні мінімальної кількості промивної води [1].

**Постановка завдання.** Метою роботи є дослідження впливу вібрацій на процес транспортування закладних сумішей та вибір параметрів вібраційної установки для їхньої доставки.

**Викладення матеріалу і результати.** У роботі здійснено аналіз відомих способів і засобів доставки закладних сумішей за допомогою трубопровідного транспорту, досліджено механізм впливу вібрацій на процес переміщення розріджених дисперсних середовищ типу жорсткої пульпи, обґрунтовані і вибрані раціональні параметри установки вібросамопливного транспорту, розроблені рекомендації щодо її конструктивного виконання та практичного використання [1-5].

**Висновки і напрямок подальших досліджень.** Практичне використання результатів досліджень дасть можливість суттєво підвищити ефективність процесу доставки закладних сумішей, що тверднуть, за допомогою трубопровідного транспорту.

### Список літератури

- 1.Кравченко В.П., Куликов В.В. Применение твердеющей закладки при разработке рудных месторождений.- М.: Недра, 1974.
- 2.Смолдырев А.Е. Трубопроводный транспорт. – М.: Недра, 1980.
- 3.Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве. – М.: Недра, 1992, - 319 с.
- 4.Потураев В.Н., Франчук В.П., Червоненко А.Г. Вибрационные транспортирующие машины. – М.: Машиностроение, 1964.
- 5.Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. – М.: Машиностроение, 1981 – т.4. Вибрационные процессы и машины.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, доц.,  
Д.А. ДИШЛЕВСЬКИЙ, магістрант Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЯКОСТЕЙ ПРИВОДІВ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

**Проблема та її зв'язок з науковими та технічними задачами.** Найбільш високопродуктивним типом машин безперервного транспорту є стрічкові конвеєри. Рівень конвеєризації гірничих і гірничозбагачувальних підприємств зростає, а освоєння нових родовищ потребує широкого впровадження потужних конвеєрів, пристосованих до транспортування крупношматкових вантажів [1].

Важливим напрямком, зокрема, є дослідження й створення високоефективних конструкцій приводних пристроїв стрічкових конвеєрів, у тому числі компактних мотор-барабанів, що мають високу навантажувальну здатність і гарні експлуатаційні характеристики. Таким чином, тема роботи, безперечно, є важливою і актуальною.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Вивчення джерел науково-технічної інформації показує, що значна увага приділяється дослідженням приводу стрічкових конвеєрів, однак більша їхня частина присвячена питанням загальної динаміки електромеханічної системи конвеєра в перехідних режимах. У той же час сама конструкція приводу (і, зокрема, редукторів) у більшості випадків принципово не міняється. Цей важливий вузол конвеєра відповідає, у першу чергу, за якісну передачу тягового зусилля конвеєрній стрічці, що потребує підвищення ступеня зчеплення його з нею, особливо в умовах великих навантажень від крупношматкового транспортного матеріалу [1-3].

Крім того, привод конвеєра зберігає в собі великі можливості з точки зору зменшення металоемності й поперечного габариту установки. Досить перспективні з цього погляду вбудовані передачі - так звані мотор-барабани, широке застосування яких дотепер стримується, насамперед, низьким рівнем ремонтпридатності. Останнє пов'язане з труднощами ефективного охолодження двигуна, що знаходиться в замкненому просторі приводного барабана.

**Постановка завдання.** Метою роботи є дослідження перспективних напрямків підвищення експлуатаційних якостей приводів стрічкових конвеєрів.

**Викладення матеріалу і результати.** У роботі проаналізовані існуючі умови експлуатації і конструктивні особливості стрічкових конвеєрів в гірничій промисловості, типи приводних пристроїв таких установок з точки зору забезпечення компактності і високого зчпного зусилля зі стрічкою, досліджено вплив футеровки приводного барабану на якість передачі тягового зусилля стрічці, з'ясована можливість використання і розглянуті особливості конструктивного виконання компактного вбудованого барабанного приводу, обґрунтовані вимоги до спеціального стрічкового конвеєра для доставки крупношматкових вантажів, обладнаного приводом з підвищеними експлуатаційними якостями, розроблені рекомендації щодо практичного використання результатів дослідження [4,5].

**Висновки і напрямок подальших досліджень.** Практичне використання результатів досліджень дасть можливість суттєво підвищити експлуатаційні якості приводів стрічкових конвеєрів.

### *Список літератури*

1. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков, Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев и др. Под ред. А.О. Спиваковского. – М: Недра, 1982, - 349 с.
2. Дьяков В.А., Жариков В.С. Приводные устройства ленточных конвейеров. – Подъемно-трансп. оборудованье (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), - М: 1972, - 29 с.
3. Дьячков В.К. Сравнительный анализ барабанных и прямолинейных приводов ленточного конвейера. – Исследование конвейеров, Сб. науч. трудов ВНИИПТМАШ, №3, - М.: 1979, с. 3-13.
4. Каварма И.И., Бровко А.В. Комплексы поточного транспорта для подземной разработки крепких руд. – М.: Недра, 1986, - 86 с.
5. Каварма И.И., Парховник Р.Б., Калашников Н.В. Привод доставочного ленточного конвейера. – Конвейерный транспорт. – К.: Наукова думка, 1978, с. 25-30.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.,  
А.В. КРИВОРУЧКО, магистрант, Криворожский национальный университет

## ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОИСК ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ БУРОВОГО СТАНКА СБШ 250МНА

**Проблема и её связь с практическими задачами.** Проблемой являются динамические нагрузки, которые разрушают детали и узлы станка, ухудшают эффективность работы, а также своей вибрацией влияют на здоровье и состояние машиниста станка.

**Анализ исследований и публикаций.** Динамическую модель строим с учетом модели, которую впервые разработал Л.И Кантович [1] для вращательно-подающей системы станка СБШ-250. Её мы использовать не можем, поскольку численные значения инерционных и упругих коэффициентов, приведенные в данной работе, во-первых, не содержат массы всего станка вместе с мачтой равной 77000 кг, а во-вторых, коэффициент жесткости грунта под горизонтирующими домкратами принят равным  $1000 \text{ кН/см} = 100 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$ , что более, чем на порядок меньше выше определенного нами ( $6867 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$ ). В работе Марасанова Ю.А.[2] приведено математическое описание вибраций станка, но нет численных расчетов, экспериментальное проверки не приведено.

**Постановка задачи.** Исследования параметров колебаний станка шарошечного бурения с помощью динамических и математических моделей.

**Изложение материала и результаты.** Буровой став посредством муфты жестко свинчен со шпинделем опорного узла, траверса которого через тяги связана с кареткой привода вращателя. Канаты нижнего напорного и верхнего подъемного полиспаств всегда предварительно натянуты регулировочными болтами и регулировочными муфтами. Поэтому тяги также находятся в напряженном состоянии и жестко связывают опорный узел и каретку привода вращателя. В этой связи полагаем, что динамическая сила, генерируемая долотом в призабойной зоне через буровой став, полностью передается суммарной массе вращателя и бурового става. При моделировании колебаний буровых станков не учитывали упругие связи канатов механизмов подачи бурового става. Представим динамическую модель станка с учетом канатно-полиспастной системы механизма подачи и дополнительного АПК реализующую метод снижения динамических нагрузок бурового станка, обеспечивающий минимизацию жесткости надштангового амортизатора. Тросовые канаты имеют высокий коэффициент поглощения энергии колебаний, поэтому канатно-полиспастная система представляет собой упругодемпфирующие элементы.

Кроме того, учитываем, что буровой станок опирается на массив горной породы тремя горизонтирующими домкратами через круглые металлические башмаки  $\varnothing 550 \text{ мм}$ . Поэтому в модель вводим упругодемпфирующие элементы, учитывающие жесткость и демпфирование колебаний породой. Модель отличается от известных тем, что она включает две массы – станок суммарной массой  $M1$  (вместе с мачтой) на упругодемпфирующем основании породы с коэффициентом жесткости  $c1$  под башмаками горизонтирующих домкратов и вращатель (вместе с буровым ставом) массой  $m2$  подвешанный на верхних и нижних полиспаствах суммарной жесткостью  $c2$  вместе с дополнительным АПК, присоединенным последовательно нижним канатам.

Данные по величинам динамического параметра, определяющего рассеяние энергии в породе под башмаками горизонтирующих домкратов суммарного динамического параметра рассеяния энергии в канатах отсутствуют.

**Выводы.** Разработана динамическая и математическая модель.

Модель позволяет уменьшить амплитуду основных масс станка.

**Направления дальнейших исследований:** С использованием разработанной модели выполнить параметрические исследования колебаний основных масс бурового станка.

*Список литературы*

1. Кантович Л. И., Дмитриев В. Н. Статика и динамика буровых шарошечных станков. М., Недра, 1984, 200 с.
2. Марасанов Ю. А. Математическое описание вибрации шарошечных станков при направлении бурения скважин на открытых работах. Изв. вузов. Горный журнал, №3, 1972.

УДК 622.271.4

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., Р.А. КУЗНЕЦОВ, магистрант  
Криворожский национальный университет

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПОВОРОТНОЙ ПЛАТФОРМЫ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ ТИПА ПРЯМАЯ ЛОПАТА С КАНАТНЫМ НАПОРНЫМ МЕХАНИЗМОМ

**Проблема и её связь с практическими задачами.** При работе карьерных экскаваторов возникают интенсивные динамические нагрузки на оборудование, размещенное на поворотной платформе, в том числе и на кабинный модуль. Это приводит к значительному износу механических узлов и заболеваниям рабочих вибрационной болезнью, а также к экономическим потерям.

Для снижения вибраций чаще всего применяют метод виброзащиты с отделением защищаемого объекта от источника вибраций при помощи систем виброзащиты, которые можно разделить на два основных типа – пассивные и активные. Однако до настоящего времени не разработаны устройства, обеспечивающие эффективную виброизоляцию оборудования карьерных экскаваторов.

**Анализ исследований и публикаций.** В монографии С.А. Панкратова [1] рассмотрены вопросы комплексного исследования динамических процессов экскаваторов аналитическими методами, но не приведена общая схема и динамическая модель экскаватора.

В монографии [2] Д.П. Волкова рассмотрены задачи с рядом уточнений и экспериментальных данных, дополняющих динамические модели отдельных узлов экскаватора.

Из анализа работ других авторов видно, что динамические модели, позволяющие рассчитать спектральные вибрационные характеристики отдельных узлов карьерного экскаватора, не разрабатывались.

Недостаточно раскрыто влияние параметров рабочего оборудования на колебания поворотной платформы.[3]

**Постановка задачи.** Разработка динамической и математической модели вертикальных и продольных колебаний поворотной платформы, получение аналитических зависимостей амплитудно-частотных характеристик этих колебаний.

**Изложение материала и результаты.** Одной из предпосылок к математическому моделированию колебаний экскаватора и выбору математического аппарата является то, что эта машина состоит из ряда крупных подвижных и неподвижных узлов.

Таким образом, мы имеем многомассовую систему с несколькими степенями свободы.

При описании колебательного движения механической системы отдельных узлов экскаватора, соединенных упругодемпфирующими связями, с  $N$  степенями свободы следует ввести  $N$  колебательных координат  $S_i$ , характеризующих смещение частей системы из положения равновесия.

Для математического описания механической системы модели экскаватора воспользуемся основными теоретическими положениями, разработанными применительно к колебаниям систем с конечным числом степеней свободы.

Для проведения теоретических исследований колебаний основных масс экскаватора разработаем динамическую модель, описывающую системы с многими степенями свободы. Она должна быть достаточно полной и простой.

В качестве исходной модели выбрана система с пятью степенями свободы.

Используя полученные зависимости для вычислений силовых коэффициентов, задавшись параметрами кинематических коэффициентов и параметрами матрицы Релея осуществлены расчеты и аналитические исследования параметров расположения и загрузки рабочего оборудования на колебания элементов модели экскаватора.

Определены амплитудно – частотные характеристики колебаний поворотной платформы экскаватора с помощью разработанных динамической и математической моделей.

По оси X: при  $f=1,2$  Гц,  $W=0,4$  м/с<sup>2</sup>; при  $f=3,2$  Гц,  $W=4,1$  м/с<sup>2</sup> при  $f=6,1$  Гц,  $W=2,5$  м/с<sup>2</sup>.

По оси Z: при  $f=2,2$  Гц,  $W=1,57$  м/с<sup>2</sup>, при  $f=3,2$  Гц,  $W=10$  м/с<sup>2</sup>, при  $f=6,1$  Гц,  $W=2,9$  м/с<sup>2</sup>.

**Выводы:** а) разработана динамическая и математическая модель; б) получено аналитические зависимости амплитудно-частотных характеристик колебаний.

**Направления дальнейших исследований:** С использованием разработанной модели выполнить параметрические исследования колебаний поворотной платформы.

#### Список литературы

1. Панкратов С.А. Конструкция и основы расчета главных узлов экскаватора и кранов.- М.: «Машгиз», 1962.-539 с.
2. Волков Д.П. Динамика и прочность одноковшовых экскаваторов. – М.: «Машиностроение», 1965.- 462 с.
3. Громадский А.С. Снижение динамических нагрузок карьерных экскаваторов. Издание второе переработанное и уточненное / Издатель : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013.- 295с.

УДК 622.647.1

О.В. ЗАМИЦЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.,

Д.Є. БРУСНИК, магістрант, Криворізький національний університет

### ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА НАДІЙНОСТІ КОНВЕЄРНИХ УСТАНОВОК

**Проблема та її зв'язок з науковими та технічними задачами.** Основними існуючими класифікаційними ознаками конвеєрів є тип тягового і вантажонесучого органу, принцип дії, призначення, область застосування, але цієї класифікації не достатньо для вибору конвеєра.

Проблемою є складність вибору раціонального конвеєра з поміж великого різноманіття конвеєрних установок.

**Аналіз досліджень та публікацій.** На сьогоднішній день існує декілька критеріїв оцінки конвеєрних установок. Більш широко про них писав Л.Г. Шахмейстер [1]. Одним із критеріїв який обирається для оцінки конвеєрів є теоретичний. До нього входять продуктивність, об'ємна маса вантажу та відстань на яку транспортується вантаж. Технічний критерій містить у собі добуток теоретичного критерія та коефіцієнта технічної реалізації теоретичної продуктивності. Експлуатаційний критерій в свою чергу складається з теоретичного критерія та коефіцієнта реалізації теоретичної продуктивності конвеєра в процесі експлуатації. Міжремонтний критерій є добутком міжремонтної продуктивності, об'ємної маси вантажу та довжини транспортування вантажу. Середній критерій за весь термін служби є добутком коефіцієнта реалізації теоретичної продуктивності конвеєра за весь його термін служби, продуктивності конвеєра, відстані на яку переміщується вантаж та об'ємної маси вантажа.

Але ці критерії були розроблені без врахування економічної складової.

**Постановка завдання.** На основі аналізу показників призначення та надійності, а також функціональних критеріїв розробити критерій, який буде враховувати економічну складову.

**Викладення матеріалу і результати.** Для оцінки якості зібрані дані по моделям конвеєрів. Оцінку якості робили за технічними параметрами, приведеними в паспортах відповідних конвеєрів.

В якості показників для оцінки прийняті: потужність встановлених двигунів, розривна міцність тягового органу, вага конвеєра, площа поперечного перерізу вантажу на конвеєрі і об'єм який займає конвеєр у забої. Економічний критерій виводився наступним чином: за еталон приймається середня вартість конвеєра, максимальну продуктивність, а також собівартість одиниці транспортованої продукції та термін окупності конвеєрної установки.

Для узагальнюючого критерію порівнюються функціональні критерії з економічним критерієм.

**Висновки.** На основі проведеного аналізу та розрахунків за критеріями отримали: за функціональним критерієм – ДРО-934; за економічним критерієм – СМД-152-50; за узагальнюючим критерієм - СМЦ-611В.

**Напрямок подальшого дослідження.** Для подальшого введення економічного критерію необхідно підтвердити практичними дослідженнями.

*Список літератури*

1. Л.Г. Шахмейстер, Г.И. Солод Подземные конвейерные установки./ Москва«Недра» 1976 – 435с.

УДК 622.233.6

В.А. ГРОМАДСКИЙ, аспирант, Криворожский национальный университет

## **ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ФЛАТТЕРА БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА И МЕТОДЫ ЕГО УСТРАНЕНИЯ НА СТАНКАХ ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ**

**Проблема и её связь с практическими задачами.** Существенной проблемой станков шарошечного бурения является появление непредсказуемых для машинистов экстремальных условий работы машины. Они сопровождаются экстремальными нагрузками, выходами из строя конструктивных элементов станка, значительным увеличением вибрации рабочего места оператора, в несколько раз превышающей санитарные нормы.

**Анализ исследований и публикаций.** При работе станков шарошечного бурения почти постоянно возникает явление интенсивной вибрации бурового инструмента и всего станка в целом. Это явление первые исследователи называли потерей устойчивости бурового става [1].

В более поздних работах [2-3] авторы детально развивали теорию устойчивости буровых ставов длиной 8–32 м станков шарошечного бурения. Однако нашими исследованиями [4] установлено, что появление экстремальных динамических нагрузок не всегда связано с изгибной устойчивостью бурового става, а определяется другими причинами - флаттером бурового инструмента.

**Постановка задачи.** Сформулировать причины появления флаттера бурового инструмента при работе станков шарошечного бурения и разработать рекомендации по его ликвидации.

**Изложение материала и результаты.** С помощью программного комплекса SolidWorks нами осуществлено изучение линейной динамики вращения тяжелых буровых ставов, применяемых в Кривбассе (Ø штанг 215 мм, толщина стенки  $\delta=51,5$  мм, длина става 16 м - поностью изгибно устойчивые [4]). Первые расчеты показали, что на резонансной частоте 1-й моды 1,885 Гц вращения бурового става с числом оборотов  $n=113$  мин<sup>-1</sup>, амплитуда посередине бурового става  $a=171$  мм. Однако, вследствие ограничения амплитуды резонансных колебаний скважиной штанги бурового става, находящиеся в скважине, начинают скоблить в виброударном режиме по стенке скважины. Появляются экстремальные динамические нагрузки на оборудование и персонал станка.

Экстремальные нагрузки на буровых станках, их разрушительное действие на оборудование и обслуживающий персонал появляются внезапно, непредсказуемо для бурильщиков. Т.е. имеется некоторое подобие с флаттером на самолетах в авиации, поэтому это явление мы назвали *флаттером бурового инструмента станков шарошечного бурения* (дословно от англ. Flutter - трепыхаться).

Установлено, что флаттер бурового инструмента развивается в два этапа. *Первый* – совпадение первой моды собственных колебаний буровой штанги с частотой вращения бурового инструмента. При этом в зависимости от содержимого скважины (сухая породная мелочь – шлам, выдуваемый сжатым воздухом или смесью шлама с водовоздушной смесью – пульпа различной плотности). Постепенно или резко увеличиваются амплитуды поперечных резонансных колебаний буровой штанги, до тех пор, пока их величина не превысит величину зазора между наружной поверхностью штанги – внутренней поверхностью скважины. В этот момент наступает второй и основной этап развития флаттера. Свинченные штанги с большой силой в виброударном режиме скоблят по стенке скважины. Одновременно возбуждаются все моды собственных колебаний, наступает полигармонический резонанс и флаттер бурового инструмента.



Одним из методов устранения флаттера без снижения скорости бурения является рациональное увеличение на 25-30% частоты вращения бурового става в область высоких частот.

**Выводы.** Впервые установлены причины появления флаттера бурового инструмента при бурении скважин станками шарошечного бурения.

Описаны основные этапы развития флаттера.

Даны рекомендации по его устранению.

**Направления дальнейших исследований:** проверить полученные рекомендации в промышленных условиях в различных горнотехнических условиях работы станка.

#### *Список литературы*

1. Суханов А.Ф. Вибрация и надежность работы станков шарошечного бурения / А.Ф. Суханов, Б.Н. Кутузов, Р.Г. Шмидт. – М.: Недра, 1969. – 123 с.
2. Кантович Л.И. Статика и динамика буровых шарошечных станков / Л.И. Кантович, В.Н. Дмитриев. – М.: «Недра», 1984. – 201 с.
3. Кантович Л.И. Динамическая устойчивость вращательно-подающей системы для бурения взрывных скважин / Л.И. Кантович, В.Н. Дмитриев // Изв. вузов. Горный журнал, 1979. – № 2. – С. 83–89.
4. Громадский В.А. Исследование динамики вращения буровых ставов станков шарошечного бурения типа СБШ-250 и обоснование режимов их работы. Аттестационная магистерская работа, Кривой рог, ГВУЗ, «Криворожский Национальный Университет», 2012. – 62 с.

УДК 622.233.6

В.А. ГРОМАДСКИЙ, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

### **ВЛИЯНИЕ УМЕНЬШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ БУРОВОГО СТАВА НА АМЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ СТАНКА ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ СБШ-250 МНА-32**

**Проблема и ее связь с практическими задачами.** Выбор рациональных параметров систем снижения динамических нагрузок станков шарошечного бурения сопряжен со значительными сложностями. Экспериментальный перебор различных вариантов систем чрезвычайно трудоемок и дорогостоящий. А известные теоретические методы не дают спектральных характеристик колебаний основных узлов станка.

**Анализ исследований и публикаций.** В работах [1,2] использованы теоретические методы выбора параметров систем снижения динамических нагрузок буровых станков. Однако в этих работах отсутствуют методы определения спектральных характеристик оборудования станков шарошечного бурения.

**Постановка задачи.** Разработка методики, обеспечивающей расчет спектральных характеристик и выбора рациональных параметров систем снижения динамических нагрузок оборудования.

**Изложение материала и результаты.** Разрабатываются обобщенные динамическая и математическая модели упругодемпфирующих систем вертикальных колебаний бурового станка, определяются собственные частоты и амплитуды колебаний вращателя с буровым ставом и всего станка. Для математического описания механической модели станка шарошечного бурения применены основные теоретические положения, разработанные применительно к колебаниям систем с конечным числом степеней свободы [3,4]. Составляются дифференциальные уравнения движения системы в комплексной форме. В рамках метода комплексных амплитуд [5,6] отыскиваются частные решения этих уравнений. Далее отыскиваются аналитические выражения комплексных амплитуд колебаний и модули комплексных выражений этих амплитуд.

Модули комплексных амплитуд программируются с помощью программы Mathcad, представляющей собой систему компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования. Выполняются расчеты амплитудных спектров колебаний основных масс бурового станка, осуществляются параметрические исследования вертикальных колебаний вращателя и станка шарошечного бурения и предварительный выбор параметров АПК.

Исследования осуществляются следующими этапами:

- 1 - осуществление общего анализа теоретических спектров; 2 - определение влияния величины суммарной массы  $m_2$  вращателя и бурового става; 3 - определение влияния жесткости

подвески вращателя от величины штатного варианта подвески  $c_2=53,4 \cdot 10^6$  Н/м до величины  $c_2=3,29 \cdot 10^6$  Н/м - минимальной жесткости, которую можно обеспечить применением дополнительного АПК; 4 - определение влияния демпфирования подвески вращателя в диапазоне коэффициентов рассеивания (задаем интервалом от  $\nu_2=0,3$  до  $\nu_2=0,6$ ); 5 - сравнение вариантов параметров подвесок вращателя, которые реально можно обеспечить на станке шарошечного бурения; 6 - выбор варианта параметров подвески вращателя, который обеспечивает минимальные амплитуды колебаний станка и вращателя.

**Выводы, задачи дальнейших исследований.** Снижение коэффициента жесткости подвески вращателя до минимальной величины -  $3,3 \cdot 10^6$  Н/м приводит к снижению вертикальных колебаний бурового станка с  $0,44 \cdot 10^{-4}$  до  $0,315$  мм.

При минимальной жесткости недопустимо - в 18 раз увеличиваются амплитуды колебаний электромеханического оборудования вращателя.

**Задачами дальнейших исследований являются** изыскание и исследование других методов и систем, обеспечивающих снижение динамических нагрузок как бурового станка и рабочего места машиниста, так и электромеханического оборудования вращателя бурового става

#### Список литературы

1. Марасанов Ю.П., Штромвассер Р.С. Анализ методов снижения вибрации буровых шарошечных станков // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. -1973. -№ 5. -С.90-96.
2. Кантович Л.И., Дмитриев В.Н. Статика и динамика буровых шарошечных станков. – М.: «Недра», 1984.– 201 с.
3. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1980. – 401 с.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики. / Механика. – М.: "Наука", 1979. – 471 с.
5. Голдстейн Г. Классическая механика. – М. «Наука», 1975. – С.369 –375.
6. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Т. 3, ч. 2. – М.: Наука, 1974. – 672 с.

УДК 622.233.6

В.А. ГРОМАДСКИЙ, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

### ПАРАМЕТРЫ КАНАТОВ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АМОРТИЗАТОРА ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ (АПК) БУРОВОГО СТАВА СТАНКА ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ СБШ-250 МНА-32

**Проблема и ее связь с практическими задачами.** На станках шарошечного бурения типа СБШ-250 МНА-32 в механизме подачи бурового става применяется канат 28-Г-В-Н-Р-1770, ГОСТ 2688-80. Из за отсутствия данных о параметрах жесткости и демпфирования такого каната и аналогичных параметров дополнительных АПК невозможно проводить теоретические исследования колебаний вращателя с буровым ставом и всего бурового станка.

**Анализ исследований и публикаций.** При расчетах, жесткость полиспастного подвеса определяется для максимальной его длины по формуле [1] с использованием расчетного модуль продольной упругости каната  $E_k$ . Однако в работе [2] — 2010 года приведены детальный анализ модулей упругости канатов полученные различными авторами сделан вывод, что однозначная зависимость для расчетов  $E_k$  отсутствует.

**Постановка задачи.** Экспериментальное определение параметров жесткости и демпфирования канатов полиспастной системы и дополнительных АПК.

**Изложение материала и результаты.** Исследования осуществлялись с использованием опыта авторов работ [3-4] путем определения коэффициентов жесткости  $c_i$  и поглощения энергии колебаний  $\psi_i$ . Коэффициент жесткости упругого элемента представляет собой отношение некоторого приращения нагрузки -  $\Delta F_i$ , действующей на канат, к соответствующему приращению деформации -  $\Delta z_i$ , определенным экспериментально

$$c_{cmi} = \frac{\Delta F_i}{\Delta z_i}, \text{Н/м.} \quad (1)$$

Коэффициент поглощения определяется отношением рассеянной энергии –  $\Delta W_i$  в канате к энергии его деформации  $W_i$

$$\psi = \Delta W_i / W_i. \quad (2)$$

Для исследования параметров жесткости и демпфирования каната использована горизонтальная разрывная машина швейцарской фирмы «АЛЬФРЕД АМСЛЕР и Ко.».

Установлено, что 1 пог.м нового каната имеет  $c_{1эксн.}=703,1 \cdot 10^3$ , Н/м и  $c_{2эксн.}=1045,2 \cdot 10^3$ , Н/м - различие 48,6%. Приработанный канат при испытаниях 3 и 4 показывает стабильные результаты. Один пог. м приработанного каната имеет  $c_{3эксн.}=1409,7 \cdot 10^3$ , Н/м и  $c_{4эксн.}=1423,1 \cdot 10^3$ , Н/м - различие меньше 1%, что находится в пределах допустимой погрешности эксперимента. Средний коэффициент поглощения  $\psi_{cp}=0,37+0,38=0,375$ .

Проведение испытаний АПК бурового става осуществлялось в соответствии с требованиями стандартов: ГОСТ 269-66; ГОСТ 252-75; ГОСТ 21510-76. Необходимое количество опытов, определялось по критерию Стьюдента при относительном доверительном интервале  $\pm 0,1$  и относительной доверительной вероятности не ниже 0,90.

Лабораторные испытания проходили на двух испытательных машинах УМ-5 и ГМС-20 в зависимости от прикладываемых нагрузок. На машине УМ-5 до 50 кН, а на машине ГМС-20 до 100 кН. Установлено, что разработанные [5] дополнительные АПК имеют  $c_{доп.АПК}=1230$  кН/м и  $\psi=0,65$ .

**Выводы.** Впервые получены величины коэффициентов жесткости и демпфирования каната типа 28-Г-В-Н-Р-1770, ГОСТ 2688-80, применяемого на буровых станках СБШ-250.

**Направления дальнейших исследований:** с использованием полученных данных параметров жесткости и демпфирования канатов и дополнительного АПК выполнить теоретические исследования эффективности систем гашения динамических нагрузок оборудования СБШ-250.

#### Список литературы

1. Динник А.Н. Статьи по горному делу. – Углетехиздат, 1957.
2. Смоляков С.Л. Упругие свойства канатов. [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Mashbud/2010\\_5/10sslecr.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Mashbud/2010_5/10sslecr.pdf) (Статья найдена до редакції 6 травня 2010 р).
3. Павленко Г.Д. Модуль упругости стальных подъемных канатов. Горный журнал. 1948. – №1. – С.18-24.
4. Жиряков А. И. Модуль упругости каната двойной свивки / А. И. Жиряков, Б. С. Ковальский // Расчеты деталей машин, элементов, сооружений / ХВКИУ. – Х. ,1969. – Вып. 2. – С. 33–44.
5. Патент України на винахід № 101870, Е21В, Буровий верстат. / Патентовласник / В.А. Громадський // Громадський В.А. № а 201109297, заявлено 25.07.2011. (Опубл. 13.05.2013: Бюл.№9).

УДК 621.882.(083)+531.8

В.Ю. БІЛОНОЖКО, ст. викладач, Криворізький національний університет

### ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ВІБРОСТІЙКОСТІ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ ГІРНИЧИХ МАШИН

Міцність і вібростійкість різьбових з'єднань, стабільність в часі їх навантажувальних характеристик багато в чому визначають працездатність та надійність гірничих машин і обладнання. Досвід експлуатації сучасних гірничих машин і устаткування показує, що надійність та вібростійкість застосовуваних у них різьбових з'єднань недостатні.

Однією із причин цього є те, що у стандартних різьбових з'єднаннях спостерігається значна нерівномірність розподілу навантаження по витках різьби, а звідси висока концентрація напруги, ослаблення затягування з часом, і як наслідок, збільшення частки навантаження, що сприймається болтом, а також інші негативні явища [1]. Все це знижує надійність різьбових з'єднань, з часом призводить до їх руйнування.

Для підвищення надійності гірничих машин і устаткування, зниження експлуатаційних витрат і трудомісткості ремонтів необхідна розробка нових конструкцій їх з'єднувальних елементів - різьбових з'єднань, характеристики яких були б адекватними до реальних умов їх експлуатації. Ведення розробок по створенню нових конструкцій різьбових з'єднань, адаптованих до умов промислової експлуатації гірничих машин і устаткування, має супроводжуватися роботами з удосконалення теорії і методів їх розрахунку. Існуючі методи розрахунку міцності різьбових з'єднань мають явно виражений детермінований характер і дозволяють оцінити показники міцності лише за усередненими значеннями навантаження, форми і розмірів деталей, при нормальних механічних характеристиках матеріалів, наведених у довідковій літературі. У цих методах не враховується той факт, що процес функціонування гірничих машин і устаткування має явно виражений випадковий характер - сили опору змінюються в часі за законами, які діють

при руйнуванні, переробці і транспортуванні гірничих порід. Характеристики міцності деталей і сполучних елементів гірничих машин і обладнання також мають імовірнісну природу і залежать від випадкових факторів, що виявляються при виготовленні конструкційних матеріалів і деталей, при складанні останніх у вузли тощо. Тому необхідне спільне урахування випадкового характеру мінливості навантаження і міцності конструктивних елементів машин і устаткування, що можливо на основі теорії ймовірностей.

Наукові дослідження та конструкторські розробки для вирішення цієї проблеми раціонально вести у двох напрямках:

Підвищення втомної міцності різьбових з'єднань за рахунок забезпечення рівномірного розподілу навантаження між витками різьби.

Підвищення вібростійкості різьбових з'єднань за рахунок стабілізації або збільшення сил тертя на опорних поверхнях деталей з'єднання.

Розроблено метод оцінки податливості болтів різьбових з'єднань з покращеним розподілом навантаження між витками, в якому враховується зміна податливості витків різьби при використанні гайок нових конструкцій [2-3]. Загальна податливість болта в різьбовому з'єднанні з гайками нової конструкції знаходиться з рівняння

$$\lambda_{\sigma,н} = \lambda_{\sigma} + \lambda_{p,ч} + \lambda_{z,б} = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{E_{\sigma} F_{\sigma i}} + \frac{0,98\sqrt{1,44 + 9,28P/d}}{E(d - 0,54P)} + \frac{0,15}{E_{\sigma} H},$$

де  $\lambda_{\sigma}$  - податливість болта;  $\lambda_{p,ч}$  - податливість різьбової частини болта.

За цим положенням розроблено 12 нових конструкцій різьбових з'єднань з підвищеною податливістю нижньої частини гайки для гірничих, гірничо-збагачувальних машин і обладнання, в яких забезпечується розвантаження найбільш навантажених нижніх витків різьби.

Розрахунки показують, що податливість різьбових з'єднань запропонованої конструкції вище податливості стандартних болтів на 8-12%.

Даний метод забезпечує просту і достовірну оцінку коефіцієнта основного навантаження з'єднання, що раніше було досить складно. Запропоновано методи ймовірнісної оцінки характеристик міцності різьбових з'єднань з покращеним розподілом навантаження між витками. Знайдено чисельні значення довірчих інтервалів запасу міцності болтів з пластичної деформації, статичної міцності і змінним напруженням для різьбових з'єднань обертача комбайна для висхідних виробок 1КВ1, підйомника комбайна для висхідних виробок 2КВ - А1, телескопічного перфоратора ПТ - 48А, рядного дизеля кар'єрного автосамосвала БелАЗ -548.

Отже, в результаті проведених нами науково-дослідних робіт запропоновано ряд конструкцій сполучних елементів - різьбових з'єднань гірничих, гірничо-збагачувальних машин і устаткування, характеристики яких адаптовані до умов промислової експлуатації та застосування яких забезпечує зростання рівня надійності машин та обладнання; створені теорія і методи розрахунку їх конструктивних, міцнісних та імовірнісних характеристик.

#### Список літератури

1. Расчет на прочность деталей машин: Справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шор, Г.Б. Иосилевич. - М.: Машиностроение, 1993. - 640 с.
2. Рудь Ю.С., Эль-Гергави Ф. Конструкция и расчет резьбовых соединений горных машин / Горный информационно-аналитический бюллетень, 2000. - №4. - С. 90-92.
3. Рудь Ю.С., Аль-Куран Ф. Конструкция и расчет резьбовых соединений горных машин с повышенной виброустойчивостью / Разработка рудных месторождений. - Кривой Рог: КТУ, 2000. - №68. - С. 123-128.

УДК 531.717.8

А.С. АРАЛКИН, канд. техн. наук, доц., С.В. ДОВГАЛЬ, студент

### ДОСЛІДЖЕННЯ КРОКУ МІКРОНЕРІВНОСТЕЙ ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ СТАТИСТИКИ

**Мега роботи** - визначення залежності величини кроку мікронерівностей від режимів різання та встановлення для досліджуваного умови переходу до режиму тонкого точіння.

Існуючі дослідження впливу режимів різання на шорсткість оброблювальної поверхні не дають можливості оцінити їх вплив при сукупності всіх факторів. Відсутня інформація про вплив факторів на крок мікронерівностей, та його залежність від кожного фактора. Немає статистичних даних, які підтверджують достовірність приведених результатів за відомими критеріями [1].

*Ідея роботи* - дослідження кроку мікронерівностей обробленої заготовки існуючими методами з використанням математичних методів планування експериментів та математичної статистики на основі критичного аналізу показників і оцінки розбіжностей. У якості *основних засобів для оцінки кроку мікронерівностей обробленої поверхні* в роботі використовували подвійний мікроскоп МИС-11 (рис. 1) та цифровий мікроскоп BW 1008-500X. (рис. 2). Оцінку отриманих результатів виконували у порівнянні з даними віртуальної оцінки, які розроблені в НТУУ "КПІ" проф. Петраковим Ю.М. [2].

За результатами роботи в кодованій формі експериментально встановлено математичну модель залежності кроку мікронерівностей від швидкості різання, подачі та глибини різання  $\times 10^{-2}$ , мкм

$$y = 19,99 - 5,58x_1 + 6,17x_2 - 0,029x_3 - 1,17x_1x_2 + 0,08x_1x_3 - 0,42x_2x_3 + 0,63x_1^2 - 0,55x_2^2 + 0,022x_3^2$$

де  $x_1 = (n-800)/200$  - швидкість різання, об/хв;  $x_2 = (S-0,19)/0,01$  - подача, мм/об;  $x_3 = (t-2,2)/1,0$  - глибина різання, мм. Перевірка адекватності отриманої моделі за критерієм Фішера довела її адекватність -  $F_{\text{розрах}} < F_{\text{табл}} (2,63 < 2,7)$ . Коефіцієнт апроксимації дорівнює  $\bar{K}_a = 0,028$ .



Рис. 1. Подвійний мікроскоп МИС-11



Рис. 2. Цифровий мікроскоп BW 1008-500X

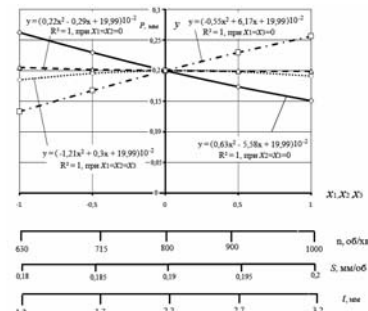


Рис. 3. Графік залежності величини кроку мікронерівностей від факторів

Для прийнятого діапазону зміни факторів встановлено, що глибина різання фактично не впливає на крок мікронерівностей і його значення коливається у межах 0,7-1,0 %. При зменшенні швидкості різання з 1000 об/хв. (94,2 м/хв) до 600 об/хв (56,52 м/хв) і точінні з подачею ріжучого інструменту  $S=0,2$  мм/об і глибиною різання  $t=3,2$  мм. крок мікронерівностей збільшується у 1,58 рази. На нижньому рівні цих факторів ( $S=0,18$  мм/об,  $t=1,2$  мм) таке зменшення швидкості обертання заготовки викликає збільшення кроку у 1,7 рази. У середній частині діапазону ( $S=0,19$  мм/об,  $t=2,2$  мм) зниження швидкості різання в 1,67 рази з 94,2 м/хв до 56,52 м/хв сприяє збільшенню кроку у 2,71 рази. Аналіз отриманих математичних моделей показав, що найбільш впливовішим за ступенем впливу на величину кроку мікронерівностей є величина подачі, і її збільшення на нижньому діапазоні варіювання факторів ( $n=600$  об/хв.,  $t=1,2$  мм) буде приводити до збільшення кроку нерівностей у 3,43 рази, на верхньому діапазоні ( $n=1000$  об/хв.,  $t=3,2$  мм) - у 1,93 рази, у середньому діапазоні ( $n=800$  об/хв.,  $t=2,2$  мм) - у 3,58 разів. Менше впливає швидкість різання і при збільшенні цього фактору величина кроку мікронерівностей поверхні буде збільшуватись. Граничне значення величини подачі, швидкості та глибини різання, що забезпечують початок переходу до режиму тонкого точіння:  $n=100$  об/хв,  $S=0,1$  мм/об,  $t=3,2$  мм (розбіжність між  $P_{\text{розрах}}$  і  $P_{\text{вимір}}$  1,1%), та при  $n=1136$  об/хв,  $S=0,13$  мм/об,  $t=2,2$  мм (розбіжність 12,7%). Доведено, що віртуальне оцінювання параметрів шорсткості не може бути використане на режимах тонкого точіння. Під час переходу до режиму тонкого точіння величина повздовжньої подачі різця має бути не менше, чим крок гвинтової поверхні, що утворюється під час точіння циліндричної поверхні різця із заданим кутом різання.

## Список літератури

- 1 Рубинштейн С.А. Основы учения о резании металлов и режущий инструмент / Рубинштейн С.А., Левант Г.В., Орнис Н.М., Тарасевич Ю.С. // М., «Машиностроение», 1968. 392 стр.
2. Петраков Ю.М. Лабораторно - комп'ютерний практикум з теорії різання. – К.: НТУУ "КПІ", 2006. – 190с.

УДК 621.771

А.С. АРАЛКИН, А.А. ХРУЦКИЙ, кандидаты техн. наук, доц.,  
С.И. НЕЙМИРКО, ассистент, Криворожский национальный университет

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ МОЛОТОВЫХ ШТАМПОВ

Показатели качества поковок штампованных в современном машиностроительном производстве тесно связаны с технологическими характеристиками применяемого оборудования. Наиболее важной характеристикой станка следует считать скорость вращения шпинделя. Так, например, 5-ти координатный обрабатывающий центр (ОЦ) с ЧПУ известной фирмы С.В. Ferrati серии D работает на повышенных скоростях 16-20 тыс. об/мин. Универсальный пяти-осевой вертикальный ОЦ фирмы «Okuma» (Япония) уже может применяться для комплексной обработки деталей из различных материалов с твердостью поверхности HRC 58-60 при скоростях шпинделя от 8 до 35 тыс. об/мин. Аналогичные скоростные характеристики имеют станки фирмы «KOVOSVIT DS. a.s.» (Чехия). Вертикальные ОЦ MCV 750 RAPID и MCV 1270 RAPID могут работать при частотах вращения шпинделя до 24 тыс. об/мин [1]. Уже известны модели станков, работающие на скоростях до 10 тыс. об/мин.

В связи с этим особенно важно обеспечить повышенную точность размеров обрабатываемой заготовки с высоким качеством поверхности.

Для этого горячую объемную штамповку [2] выполняют на молотах в штампах с центрирующими шпильками, которые противодействуют боковым усилиям, сдвигающим верхнюю часть штампа относительно нижней.

Шпильки запрессовывают с натягом в нижней части штампа по посадке H7/ub [3].

Опыт их эксплуатации в условиях кузнечно-прессового цеха ОАО "Криворожгормаш" (г. Кривой Рог) показывает, что более половины случаев (рис. 1а) выхода из строя штампов связано с выпадением направляющих шпилек из посадочного места.

*Целью настоящей работы* является установление основных причин выхода из строя молотовых штампов и разработка мероприятий по их совершенствованию конструкции, обеспечивающих надежное закрепление центрирующих шпилек и бесперебойную работу штампа в целом.

Установлена главная причина выхода из строя штампов - выпадение направляющих шпилек (свыше 52%).

Показано, что для молотовых штампов с массой падающих частей 5000 кг сила удара в концековки, когда заготовка уже практически сформирована, может достигать 1200 тн и фактически в концековки вся энергия удара падающих частей молота передается штампу (рис. 1б).

Аппроксимация потерь энергии, как функция этаповковки описывается полиномом 3-ей степени, достоверность аппроксимации  $R^2=0,6679$ , Дж

$$\Delta E = -6 \cdot 10^{-11} x^3 - 6630,1x^2 + 9643,8x + 11807 \quad (1)$$

Энергия, затрачиваемая на деформацию нижней части штампа и основания молота,  $R^2=0,6679$ , Дж

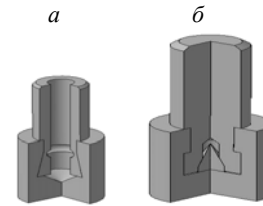
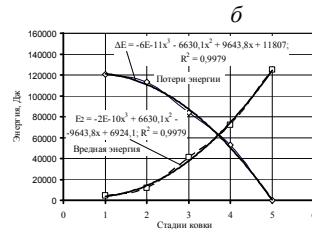
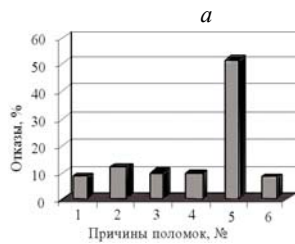
$$E_2 = -2 \cdot 10^{-10} x^3 - 6630,1x^2 + 9643,8x + 6924,1 \quad (2)$$

Путем моделирования с применением программного обеспечения SolidWorks Simulation и расчетов температурных деформаций штампа установлено, что натяг в сопряжении направляющей шпильки и штампа полностью ликвидируется.

Доказано, что циклически изменяющиеся волны значительных напряжений в сочетании с тепловыми воздействиями создают условия, при которых ни одна посадка с натягом не выполнит свои функции.

Разработан ряд конструктивных решений установки направляющих шпилек в нижней части штампа с их развальцовкой изнутри в нижней части (рис. 2).

Промышленная апробация штампов новой конструкции подтвердила их безотказную работу.



**Рис. 1.** Количественная оценка причин входа из строя молотовых штампов: а – гистограмма поломок; б – анализ затрат энергии деформации в штампе

**Рис. 2.** Способы развальцовки направляющих шпилек

### Список литературы

1. Аралкин А.С. Экспериментальные исследования влияния режимов резания на шероховатость обрабатываемой поверхности/ Аралкин А.С., Гальченко А.В, Готовец Т.А., Аралкина К.А. // Вісник Криворізького технічного ун-ту, № 24.– КТУ. – м. Кривий Ріг, 2009. – С. 76-81.
  2. Ковка и объемная штамповка. Справочник. – Т.1. – Под редакцией **Сторожева М.В.** - М. Машиностроение, 1967. – 436 с.
  3. Машины и технология обработки металлов давлением. – Под редакцией **Живова Л.И.** – Киев: Вища школа. – 1987. – 213 с.
- УДК 621.791

А.С. АРАЛКИН, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

## ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МАРКИ ВОЛЬФРАМОКОБАЛЬТОВОГО СПЛАВА

В современном машиностроительном производстве при механической обработке заготовок широко используют режущий инструмент с пластинами из твердых сплавов. При этом для обработки чугунных заготовок применяют вольфрамкобальтовые сплавы типа. К этой группе, например, относятся сплавы ВК2, ВК3, ВК4, ВК6, ВК8, ВК10, ВК15, ВК20, ВК25, ВК30. Чем больше кобальта в твердом сплаве, тем выше прочность, но ниже твердость и износостойкость. Теплостойкость их - до 800 °С. Для сплава ВК8, например, предел прочности при изгибе  $\sigma_u = 1717$  МПа, твердость 87,5 HRA, а для сплава ВК25:  $\sigma_u = 2452$  МПа, 83 HRA.

*Цель настоящей работы* - установление оптимального соотношения мягкой связующей сплава - кобальта (Co) его твердой составляющей - карбида вольфрама (WC).

Для достижения поставленной цели решали задачи по обоснованию и оценке эксплуатационных показателей рассматриваемого сплава, сведению этих показателей к одной размерности, выявлению и решению целевой функции.

Оптимизацию сплава ВК свели к сбалансированности показателей его прочности на изгиб  $\sigma$ , МПа и твердости HRA ([http://ru.wikipedia.org/wiki/Твердые сплавы](http://ru.wikipedia.org/wiki/Твердые_сплавы), табл. 1).

Таблица 1

Эксплуатационные показатели вольфрамкобальтового сплава

Марка сплава	ВК2	ВК3	ВК4	ВК6	ВК8	ВК10	ВК15	ВК20	ВК25	ВК30
Прочность на изгиб ( $\sigma$ ), МПа	1200	1200	1550	1550	1700	1800	1900	2000	2150	2400
Твердость, HRA	91,5	89,5	88	88,5	87,5	87	86	84,5	83	81,5

По данным табл. 1 не представляется возможным построение и решение целевой функции, поскольку выявленные факторы имеют различные размерности. Известно, что по значениям твердости можно оценить временное сопротивление (предел прочности при растяжении), условный предел текучести, модуль упругости и др. Причем, предел прочности на растяжение изменяется пропорционально твердости сплава. В работе установлена аналитическая зависимость твердости сплава ВК по Бринеллю, как функция твердости по Роквеллу (рис. 1)

$$HB = -0,0342x^3 + 8,171x^2 - 621,16x + 15517 \quad (1)$$

где  $x$  - HRC твердость сплава по Роквеллу.

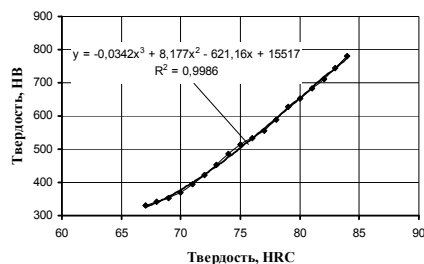


Рис. 1. Соотношение между твердостью сплава ВК по Бринеллю и Роквеллу

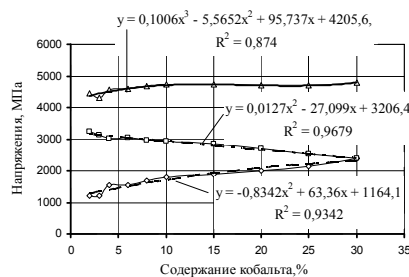


Рис. 2. Построение целевой функции

Экспериментальная зависимость между НВ и временным сопротивлением для конструкционных углеродистых и низколегированных сталей имеет почти прямолинейный характер, т.е. можно считать, что предел прочности при растяжении приближенно равен  $0,345 \text{ НВ (кг/мм}^2\text{)}$  (для стали с НВ больше или равной 150).

Предел прочности при растяжении приближенно равен  $0,345 \text{ НВ (кг/мм}^2\text{)}$  (<http://forum.guns.ru/forummessage/97/162795.html>).

Это обстоятельство позволило пересчитать твердость сплава по Бринеллю на прочность при растяжении и получить целевую функцию вида (см. рис. 2)

$$y = 0,1006x^3 - 5,5652x^2 + 95,737x + 4205,6 \quad (2)$$

Для определения экстремума функции найдем ее первую производную

$$(dy/dx) = 3 \cdot 0,1006x^2 - 2 \cdot 5,5652x + 95,737 \quad (3)$$

$$(dy/dx) = 0, \text{ т.е. } 0,3018x^2 - 11,1304x + 95,737 = 0. \quad (4)$$

Приравняв первую производную нулю и решив это уравнение (4) определим оптимальное содержание кобальта в сплаве ВК:

Решение  $x_1=23,216$  соответствует экстремуму функции вида минимум и не удовлетворяет поставленной задаче. Это решение соответствует сплавам ВК20 и ВК25.

Решение  $x_2=13,664$  соответствует сплавам ВК10 и ВК15 (см. табл. 1) удовлетворяет поставленной задаче, т.к. при содержании кобальта от 10 до 15 % достигается максимальный суммарный эффект напряжений растяжения и изгиба, а также обеспечивает максимальную твердость сплава.

Таким образом, оптимальным вольфрамокобальтовым сплавом, в котором наиболее рационально сочетаются такие свойства, как твердость и прочность следует считать сплавы ВК10 и ВК15.

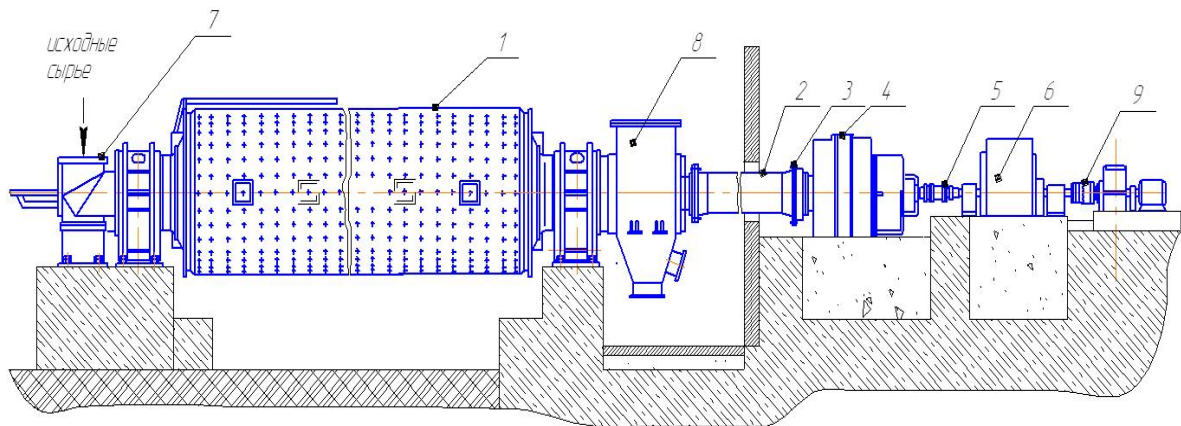
УДК 621.82: 621.926.5

МАЛИНОВСКИЙ Ю.А., МАЛИНОВСКАЯ С.И., кандидаты. техн. наук, доц.,  
МАЛИНОВСКАЯ А.Ю., ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДВУХКАМЕРНЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДНОГО СЫРЬЯ

На ряде предприятий для измельчения сырьевых материалов получили распространение двухкамерные мельницы МЦ 3,2×15 и МЦ 4×13,5 (производительностью 100 и 145 т/час соответственно по сухому продукту) (рис. 1).





**Рис. 1.** Общий вид мельницы: 1 – барабан; 2 – провал; 3 – зубчатая муфта; 4 – планетарный редуктор; 5 – зубчатые муфты; 6 – приводной электродвигатель; 7 – устройство загрузки сырья; 8 – устройство выгрузки промпродукта; 9 – вспомогательный привод

Такие мельницы являются перспективными при измельчении железорудного сырья. Преимущества этих мельниц очевидны потому, что две стадии измельчения можно осуществить в одном барабане, а также измельчение в «сухой» среде позволяет либо полностью исключить хвостовое хозяйство с системой технического водоснабжения и уменьшить нагрузку на отделение сушки концентрата, либо максимально уменьшить размеры системы оборотного водоснабжения (и расход воды) при использовании полной или частичной «сухой» магнитной сепарации.

При этом подходе имеется возможность экономии на общеэксплуатационных расходах по обслуживанию мельниц, а также экономии по содержанию хвостового хозяйства горно-обогатительных предприятий. Затратная часть, связанная с мокрой схемой обогащения значительно сократится и полученные пески в «сухом» виде могут быть легко заскладированы.

В случае использования таких мельниц для измельчения рудного сырья из-за разницы в насыпных массах руды и цементного клинкера нагрузка на корпус мельницы и привод существенно возрастут. Поэтому, корпуса мельниц должны быть усилены за счет увеличения толщины обечаек до толщины обечаек рудных мельниц, а также за счет усиления барабана продольными ребрами, например, в количестве 12 штук.

Конфигурации футеровок двухкамерных мельниц должны по возможности повторить конфигурации футеровок рудных мельниц с диаметром 4 и 4,5 м.

Перемещающиеся в барабане шары, в основном при «водопадном» режиме их движения, после многочисленных столкновений их с кусками руды, потеряв значительную часть своей кинетической энергии, соударяются с жестко закрепленной на барабане футеровкой, при этом коэффициент динамического взаимодействия шаров и футеровки достигает значения  $k_d \geq 6$ .

При взаимодействии шаров и футеровки происходит наклеп взаимодействующих поверхностей.

В результате возрастания твердости шаров и футеровок (до значений  $HRC \geq 45$ ) происходит растрескивание их поверхностных слоев. При этом шаровая загрузка с рудой постоянно проскользывает относительно барабана, а также происходит скольжение шаров по внутренним круговым и линейным траекториям в процессе перемещения руды в барабане.

Эти процессы также протекают при значительных динамических нагрузках, что приводит к быстрому износу шаров и футеровок барабана.

Такие негативные явления также могут быть ослаблены за счет упругого закрепления футеровки в барабане, что позволяет уменьшить интенсивность динамического взаимодействия шаров и футеровок.

Такой подход позволяет уменьшить ударную составляющую нагрузок при взаимодействии шаров и барабана, не влияя при этом на сам процесс силового взаимодействия шаров и руды, что позволяет способствовать повышению сроков службы футеровок и шаров от 15 до 20 %.

А.А. ГУЛИВЕЦ, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ СЖАТЫХ УЧАСТКОВ СТЕРЖНЯ И БОЙКА ПОСЛЕ ДОСТИЖЕНИЯ ВОЛНОЙ СЖАТИЯ ЕГО СВОБОДНОГО ТОРЦА ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ИХ СОУДАРЕНИИ**

Явление удара широко используется в технологических процессах в машиностроении, при добыче полезных ископаемых и в других отраслях промышленности.

Экспериментально установлено, что эффективность использования удара зависит от формы, амплитуды и длительности во времени ударных импульсов в ударных системах, предназначенных для выполнения определенного технологического процесса.

Несмотря на большой объем выполненных теоретических и экспериментальных исследований [1]-[5] к настоящему времени еще не разработаны эффективные методики расчета ударных систем, которые бы при их использовании позволили бы создавать машины ударного действия, которые бы в полной мере отвечали предъявляемым к ним требованиям. В работе [5] получены математические модели процессов деформирования стержня и бойка при движении ударной волны сжатия к его свободному торцу в виде дифференциальных уравнений.

Целью данных исследований, которые являются логическим продолжением исследований, результаты которых опубликованы в работе [5], является разработка математической модели деформации сжатых участков стержня и бойка после достижения волной сжатия его свободного торца.

При достижении фронтом волны сжатия, которая распространяется в бойке от плоскости соударения со стержнем, свободного торца бойка она отражается волной растяжения, которая движется со скоростью звука в обратном направлении.

Та часть бойка, куда дошла волна растяжения, в данной работе рассматривается как тело переменного состава, которое находится под действием сил упругости со стороны сжатой части бойка.

Исходя из теоремы об изменении количества движения тела переменного состава и учитывая, что относительная скорость присоединяющихся частиц равна при этом нулю были получены дифференциальные уравнения, описывающие процессы деформирования сжатой части бойка и стержня на этапе движения отраженной от свободного торца бойка волны растяжения.

Полученные на основе данных исследований уравнения совместно с уравнениями, описывающими процессы сжатия в бойке и стержне на этапе движения волны сжатия в бойке от плоскости соударения к свободному его торцу, которые были опубликованы в работе [5], полностью описывают процессы формирования ударных импульсов в бойке и стержне при упругом продольном их соударении.

### *Список литературы*

1. Андреев В.Д. Формирование импульсов напряжений в ударных узлах буровых машин. - В кн.: Взрывное дело, 58/15. - М.: Недра, 1966. - с. 147-156.
2. Иванов К.И., Андреев В.Д. Разрушение горных пород ударными импульсами, генерируемыми поршнями различной формы. - В кн.: Взрывное дело, 58/15. - М.: Недра, 1966. - с. 244-253.
3. Александров Е.В., Соколинский В.Б. Прикладная теория и расчеты ударных систем. - М.: Наука, 1969. - 199 с.
4. Кильчевский Н.А. Динамическое контактное сжатие твердых тел. Удар. - К.: Наукова думка, 1976. - 320 с.
5. Гуливец А.А. Моделирование ударных импульсов в стержневых ударных системах // Гірничий вісник, вип. 96, Кривий Ріг, 2013. с. 241-244.

УДК 622.24.051

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., М. ХУДАЯРОВ, магістрант  
Криворізький національний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ ПЕРИМЕТРУ ЗАБОЮ ПОРОДОРИЙНУЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИНИ УДАРНО-ОБЕРТОВИМ СПОСОБОМ**

**Проблема та її зв'язок з практичними задачами.** Із застосуванням штирового бурового інструменту стало можливим досягати істотного збільшення швидкості буріння в 1,5-2 разів, а стійкість вище в 4,5-5 разів ніж при використанні лезового інструменту. Проблемною при ударно-обертвовому способі буріння залишається зона периметра забою, скол є блокованим.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Розглянувши відомі моделі руйнування породи та методи проектування бурового інструменту, слід зазначити, що найбільш повна модель руйнування породи при ударному руйнуванні штирями наведено у роботах [1,2], але автори недостатньо розглянули руйнування породи по периметру забою і вплив форми голівки штиря на параметри руйнування породи.

**Постановка задачі.** Дослідження процесу руйнування гірничої породи по периметру забою свердловини при бурінні штировими коронками ударним способом для доповнення методики проектування бурових коронок.

**Викладення матеріалу і результати.** Проведено дослідження на основі комп'ютерного моделювання параметрів руйнування породи по периметру забою при зануренні штиря і їх порівняння з параметрами занурення штиря при одній вільній поверхні.

Встановлено глибину розташування та форму ядра ущільнення при руйнуванні породи по периметру забою. Встановлено, що при блокованому сколі руйнується у 2-3 рази менше породи. Порівнюючи області зруйнованої породи в глибину для моделі з однією вільною поверхнею і моделлю з периметром, слід зазначити, що у першому випадку ця область простягається на глибину 7,3 мм, а у другому - на 4 мм, тобто у 1,87 рази менше. Розглядаючи розташування області напруженого стану на поверхні породи для моделі з однією вільною поверхнею і моделлю з периметром, слід зазначити, що у першому випадку ця область має діаметр 28,68 мм, а у другому - 8,3 мм, тобто у 3,45 рази менше.

Досліджено за допомогою комп'ютерного моделювання параметри руйнування породи по периметру забою в залежності від форми головки штиря. Розглянуто сферичну, конічну та параболічну форми головок штирів. Встановлено, що раціональніше використовувати штирі зі сферичними голівками ніж з параболічними та конічними. Особливостей руйнування породи при зануренні штирів у периметр забою у методиці розрахунку руйнування породи при ударно-обертвовому бурінні враховано за допомогою корегуючих коефіцієнтів.

**Висновки:** Встановлено, що:

на поверхні породи при зануренні сферичного штиря при блокованому сколі область напруженого стану має неправильну форму кола, діаметр якого у 1,71 рази менше, область напруженого стану на поверхні породи у 3,45 рази менша, а глибина руйнування породи у 1,87 рази менша, ніж при зануренні штиря у породу з однією вільною поверхнею.

при зануренні штиря з конічною головкою діаметр лунки виколу менший за діаметр лунки виколу при зануренні штиря зі сферичною головкою у 1,06 рази, а глибина занурення менша у 1,4 рази.

при зануренні штиря з параболічною головкою діаметр лунки виколу менший за діаметр лунки виколу при зануренні штиря зі сферичною головкою у 1,15 рази, а глибина занурення менша у 1,26 разів.

коригуючі коефіцієнти для штирів із сферичною, конічною, та параболічною голівками для радіусу лунки виколу і глибини занурення штиря.

**Напрямки подальших досліджень.** Проведення експериментальних досліджень для підтвердження аналітичних результатів.

#### *Список літератури*

1. **Протасов Ю.И.** Теоретические основы механического разрушения горных пород.-М.:Недра, 1985.-242 с.
2. **Хруцкий А.А.** Методика расчета и проектирования штыревых коронок для бурения скважин погружными пневмоударниками.-Кривой Рог, 2006.-20 с.

И.В. ГИРИН, В.В. ПОТАПЕНКО, ст. преподаватели, Криворожский национальный университет

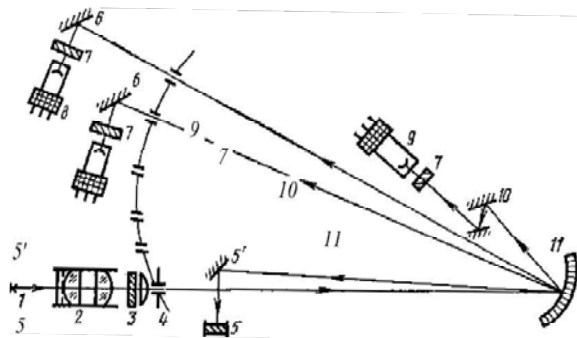
## УЧЕТ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Эксплуатационная надежность горнотранспортного оборудования определяется организацией системы технического обслуживания и ремонта, где в настоящее время прослеживается потребность в разработке методов обслуживания машин по фактическому состоянию. Успешное решение этой проблемы зависит от качества организационного, информационного, методологического и технического обеспечения, оснащением вычислительной техникой, экспериментальной и производственной базой, уровнем метрологии. Не только статистика отказов, но и прогнозирование поведения машины, специальные испытания, учёт специфических условий эксплуатации позволят повысить эффективность использования техники за счёт оснащённости центров обслуживания. Идентификация фактического состояния, обнаружение предотказного состояния, прогнозирование динамики изменения состояния в процессе эксплуатации, определение остаточного ресурса - эти задачи являются частями единой проблемы - обеспечения безотказного функционирования техники.

Одним из направлений, позволяющих повысить эффективность эксплуатации крупнотоннажной техники, является своевременная диагностика состояния узлов и агрегатов, в том числе карьерных самосвалов, периодичность и трудоёмкость технического обслуживания и ремонта которых могут быть значительно скорректированы.

На Ингулецком горно-обогатительном комбинате для этой цели применён оптический вид неразрушающего контроля - спектральный анализ масел. Спектральный анализ - метод качественного и количественного определения состава, основанный на исследовании спектров взаимодействия вещества с излучением.

Наиболее быстрым и эффективным методом анализа масел в эксплуатационных условиях признан экспрессный спектральный анализ с применением электронно-оптических приборов - квантометров.



**Рис. 1.** Схемы квантометра: 1 – источник света; 2 – растровый конденсор; 3 – линза; 4 – щель; 5 – окно для проверки правильности заполнения решетки светом; 5' – поворотное зеркало; 6 – сферические зеркала; 7 – нейтральные светофильтры; 8, 9 – фото-умножители; 10 – зеркало; 11 – дифракционная решетка

В лабораториях ПАО «ИнГОК» используется электронно-оптический прибор МФС-7 для эмиссионного анализа масел по продуктам износа деталей двигателей и других механизмов в процессе их эксплуатации, на рисунке 1 приведена его оптическая схема. Спектрометр применяется для диагностики состояния двигателей тепловозов, экскаваторов, тракторов, карьерных самосвалов, автомобилей, станков.

Процесс исследования автоматизирован от момента установки пробы в штатив - до получения результатов анализа в единицах концентрации на экране дисплея, принтере и в памяти персонального компьютера. Прибор с доработанным штативом позволяет обеспечивать эффективный анализ масел с различной вязкостью, производя оценку не только моторных, но и трансмиссионных масел в широком диапазоне коэффициентов вязкости, при быстрой перенастройке на нужный тип масла. Программа дефектации двигателей по результатам анализа моторных масел, определяет неисправный узел двигателя и выдаёт рекомендации по его ремонту.

Использование метода спектрального анализа нефтепродуктов для диагностики технического состояния двигателей внутреннего сгорания крупнотоннажных самосвалов позволило в условиях Ингулецкого горно-обогатительного комбината значительно продлить срок службы за счет своевременного и целенаправленного технического обслуживания.

Использование метода спектрального анализа нефтепродуктов для диагностики технического состояния двигателей внутреннего сгорания крупнотоннажных самосвалов позволило в условиях Ингулецкого горно-обогатительного комбината значительно продлить срок службы за счет своевременного и целенаправленного технического обслуживания.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОД МАШИНАМИ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ**

Машины ударного действия используются для разрушения горных пород. Актуальность расчета системы «ударник-буровой инструмент-горная порода» обусловлена практической необходимостью повышения технических характеристик горных машин ударного действия.

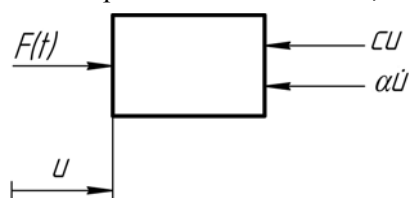
Рассмотрим удар инструмента о неподвижную породу. Первоначально в ближайшей зоне возникнет цилиндрическая волна, которая в дальнейшем превращается в сферическую волну. В начальный момент сжатая часть представляет объем некоторого стержня, остальная часть объема еще не испытывает сжатия. Обозначим через  $a$  скорость распространения деформации сжатия (скорость волны), которая определяется выражением

$$a = \sqrt{E/\rho} \tag{1}$$

где  $E$  - модуль Юнга породы,  $\rho$  - плотность разрушаемой породы,  $\text{кг/м}^3$ . За время  $t$  длина сжатой части стержня равна  $at$ . Если сечение стержня равно  $S$ , а плотность породы равна  $\rho$ , то масса породы в сжатой части определяется выражением

$$m = \rho S \cdot at \tag{2}$$

На рис. 1 показаны силы, которые действуют на сжатый участок.



**Рис. 1.** Схема сил, действующих на сжатый ударной силой  $F(t)$  участок породы

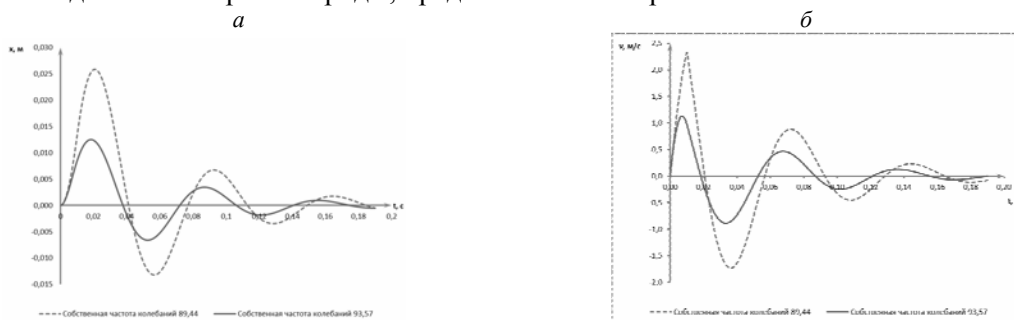
Сила  $\alpha i$  обусловлена вязким трением ( $\alpha$  - коэффициент сопротивления), сила  $c u$  обусловлена межатомными взаимодействиями в кристаллической решетке породы. В нашем случае силу  $c u$  можно назвать квазиупругой силой ( $u$  - перемещение инструмента в породе, м), поэтому коэффициент  $c$  мы будем называть коэффициентом жесткости породы.

Дифференциальное уравнение движения сжатой породы

$$\frac{du}{dt} = \frac{1}{\rho S a} (F(t) - cu) + i_0 \tag{3}$$

где  $i_0$  - начальная скорость сжатого объема руды.

Решение дифференциального уравнения (3) позволило найти зависимости перемещения и скорости движения горной породы, представленные на рис. 2.



**Рис. 2** Перемещение  $a$  и скорость  $b$  горной породы при времени нагружения системы 0,01

На основе физической модели разрушаемой перфоратором породы, которая представлена в виде неоднородного объекта с макроскопическими включениями, различными типами прослоек, составлено дифференциальное уравнение, которое связывает силу и продолжительность удара с физико-механическими свойствами породы. Решение данного уравнения позволило получить зависимости перемещения и скорости движения горной породы.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕСУРСНЫХ ПЕРЕХОДОВ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ**

Идентификация фактического состояния сложных технических систем, обнаружение предотказного состояния, прогнозирование динамики изменения состояния в процессе эксплуатации, определение остаточного ресурса - эти задачи являются частями единой проблемы, состоящей в обеспечения безотказного функционирования техники. Комплексный подход к рационализации технического обслуживания и ремонта карьерных самосвалов состоит в одновременном внедрении диагностических и мониторинговых систем в рамках программы развития обслуживания по фактическому ресурсному состоянию и использовании всех преимуществ плано-предупредительной системы.

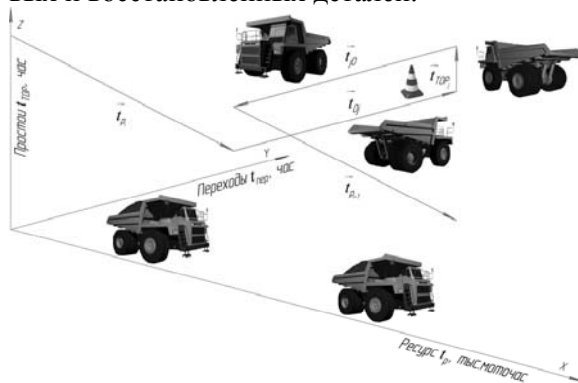
Целью настоящей работы является моделирование ресурсных переходов карьерных самосвалов, результаты которого позволят повысить эффективность эксплуатации.

Разработанная математическая модель переходов самосвалов основывается на теоретическом подходе, позволившем разделить баланс времени эксплуатации по продолжительности пребывания в пространствах энергетических воздействий на машины.

Переход карьерного самосвала от эксплуатации к обслуживанию происходит в стационарном потоке плановых преобразований и нестационарном случайном потоке отказов. Возвращение самосвала в эксплуатацию происходит в объединенном смешанном потоке восстановлений, образуемом после завершения всех видов поддержания и восстановления работоспособности при техническом обслуживании и ремонте.

Непрерывная ось длительности производственной эксплуатации представлена в виде объёмного пространства с общей энергетической составляющей и тремя временными. Во время работы машина под действием вредных энергетических нагрузок утрачивает свои свойства постепенно, вырабатывая ресурс (ось  $OX$ ), находясь в пространстве потери работоспособности.

После перехода в пространство поддержания работоспособности (при техобслуживании) или пространство ее восстановления (при ремонте) улучшение свойств машины происходит порционно  $t_{TOP}$  (ось простоев  $OZ$ ), от полезной энергии труда работников и энергоёмкости новых и восстановленных деталей.



**Рис. 1.** Модель ресурсных переходов карьерных самосвалов БелАЗ

Суммарное время пребывания карьерного самосвала в этих пространствах определяет коэффициенты готовности и технического использования. Эти коэффициенты не учитывают время переходов от эксплуатации к плановым и неплановым техническим обслуживаниям и ремонтам  $t_{oj}$  и обратно  $t_{jo}$  (ось переходов  $OY$ ), при которых работоспособность машины практически не изменяется, а их длительность существенно снижает эффективность. Исследования показали, что карьерные самосвалы до четверти календарного времени находятся в техническом обслуживании и ремонте, а трудозатраты на эту работу достигают трети общих затрат на транспортировку породы. Перемещения карьерного самосвала по пространствам воздействий и между ними, изменение его положения и затраты времени описывается моделью переходов при помощи планов векторов (см. рис. 1).

Представленные модели позволяют визуализировать эксплуатацию карьерных самосвалов, используются в исследованиях, направленных на повышение эффективности транспортировки горной массы и образовательном процессе.

## ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРґАНУ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК ПІДВИЩЕНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

**Проблема та її зв'язок з практичними задачами.** Молоткові дробарки широко використовуються на стадіях середнього і дрібного дроблення. Слабкою ланкою в молотковій дробарці є робочий орган, який має низький термін служби молотків, що призводить до збільшення кількості технічних обслуговувань та підвищеної витрати на закупівлю молотків. Підвищення ефективності використання дробарки може бути досягнуте за рахунок збільшення терміну служби молотків до їх граничного стану і збільшення міжремонтного періоду.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Існуючі теорії руйнування матеріалів у молоткових дробарках не враховують вплив ресурсу роботи дробарки, її вузлів і деталей на продуктивність [1,2].

**Постановка задачі.** Підвищення ефективності роботи молоткової дробарки за рахунок вдосконалення конструкції і обґрунтування параметрів робочого органу.

**Викладення матеріалу і результати.** Досліджено руйнування породи молотками дробарки при прямому ударі. Математична модель цього процесу заснована на теорії удару і враховує тип удару, залежно від розставлення молотків на валу ротора.

Розглянуто два найбільш характерних видів взаємодії молотка дробарки з гірничою породою: прямий удар, коли шматок породи спирається на деталі дробарки і піддається центральному удару об молоток; і ковзаючий удар, коли відбувається внецентровий удар по краю шматка. На підставі проведеного аналізу процесу ударної взаємодії молотків з шматками гірської породи встановлені раціональні області застосування запропонованих режимів удару.

Проведено дослідження кільцеве та шахове розташування молотків на роторі з метою оцінки переваг та недоліків способів розташування, та визначення напружень, що діють у матеріалі валу ротора. Встановлено, що при шаховому розташуванні молотків ресурс роботи молоткової дробарки підвищився в 1,5 рази. При цьому знижуються навантаження в підшипниках дробарки та зменшуються навантаження на вал ротора, а напруження у матеріалі ротору при шаховому розташуванні в 3 рази менше, ніж при кільцевому.

Проведено аналіз вживаних конструкцій молотків за величиною сили, що діє при обертанні ротора з урахуванням маси молотка і частини осі підвісу, відцентровій силі між центром мас обертаючогося тіла до осі обертання. Встановлено раціональну конструкцію молотка, що забезпечує максимальне ударне навантаження та визначено його розміри. Товщина молотка вибирається з умови перекриття валу ротора установкою молотків в шаховому порядку, висота приймається з урахуванням теорії ковзаючого удару, ширина молотка відповідає максимальному розміру шматка живлення.

**Висновки:** Удосконалено математичну модель процесу дроблення в молотковій дробарці, що враховує тип удару і дозволяє визначити раціональні геометричні параметри молотків та способи їх встановлення.

Встановлено, що руйнування великих шматків породи слід робити прямим ударом зважаючи на великі значення ударних сил, середні шматки доцільно руйнувати в режимі ковзного удару, щоб забезпечити підвищену ступінь дроблення.

Встановлено, що більш раціональним є шахове розташування молотків на роторі. При цьому ресурс роботи молоткової дробарки підвищується в 1,5 рази, знижуються навантаження в підшипниках дробарки та зменшуються навантаження на вал ротора.

Визначено тип та раціональні геометричні параметри молотка.

**Напрямки подальших досліджень.** Проведення експериментальних досліджень для підтвердження аналітичних результатів.

### *Список літератури*

1. Лагунова Ю.А., Брусова О.М., Сaitов В.И. Увеличение срока службы молотковых дробилок // Известия вузов. Горный журнал. – 2012. – № 1. - С. 74-77.
2. Фишман М. А. Дробилки ударного действия. -М.:Госгортехиздат,1960. -191 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УДАРНО-ОБЕРТОВОГО БУРОВОГО ІНСТРУМЕНТУ

**Проблема та її зв'язок з практичними задачами.** Час буріння однією коронкою до утворення гранично допустимого притуплювання і мінімально припустимого проміжку між корпусом пневмоударника і стінками свердловини в значній мірі залежить від динамічних процесів взаємодії коронки із забоем свердловини. Тому вивчення процесу зносу породоруйнуючих елементів коронки при бурінні є актуальним науковим завданням.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Зносу породоруйнуючого інструменту для буріння шпурів і свердловин присвячено немало робіт але у більшості робіт досліджувався лезовий інструмент. Це вимагає уточнення у випадку з штирковим інструментом

**Постановка задачі.** Дослідження процесу зношення твердосплавних породоруйнуючих елементів штирових коронок для буріння свердловин для прогнозування строку служби коронок.

**Викладення матеріалу і результати.** Досліджено зношення твердого сплаву бурових коронок, які відпрацювали однакову кількість годин у однакових породах, з визначенням показників як лінійного так і об'ємного зношення твердосплавних штирів.

В результаті аналізу спрацювання штирових коронок встановлено, що найбільше зношення від тертя при обертанні та ударів мають периферійні і центральні штирі. Периферійні штирі інтенсивно зношуються внаслідок додаткового тертя об стінки свердловини, а центральні – оскільки площа контакту штирів центральних кільцеподібних зон менша за площу контакту штирів зовнішніх кільцеподібних зон. Встановлено, що значну роль у інтенсивності зношення твердого сплаву грає конструкція коронки.

Проведено дослідження швидкості спрацювання твердого сплаву бурових коронок. Визначено кількість обертів до граничного об'ємного зношення від радіусу штиря і та його розташування відносно центру коронки.

Для визначення швидкості спрацювання твердого сплаву за основу прийнято відому залежність вагового зношення від шляху тертя для твердого сплаву ВК-8. Користуючись отриманою кривою зношення для твердого сплаву, досліджено процес зношення штирів на робочій поверхні коронки.

Встановлено, що для зменшення зношення штирів від тертя, штирі потрібно розташовувати таким чином, щоб у кільцеподібній зоні їх було декілька.

**Висновки:** 1. В результаті аналізу спрацювання штирових коронок встановлено, що найбільше зношення від тертя при обертанні та ударів мають периферійні і центральні штирі. Периферійні штирі інтенсивно зношуються внаслідок додаткового тертя об стінки свердловини, а центральні – оскільки площа контакту штирів центральних кільцеподібних зон менша за площу контакту штирів зовнішніх кільцеподібних зон. Причому можна стверджувати, що значну роль у інтенсивності зношення твердого сплаву грає конструкція коронки. причому для зменшення зношення штирів від тертя, штирі потрібно розташовувати таким чином, щоб у кільцеподібній зоні їх було декілька. 2. Встановлено, що строк служби коронки зі штирями 14 мм у 1,142 рази вищий, ніж у коронок зі штирями 10мм. 3. Встановлено, що найбільшому зношенню піддаються периферійні штирі. Лінійне зношення цих штирів 5-8 разів більше, а об'ємне зношення у 6-9 разів більше, ніж центральних штирів;

**Напрямки подальших досліджень.** Проведення експериментальних досліджень для підтвердження аналітичних результатів.

### *Список літератури*

1. Арцимович Г. В. Механофизические основы создания породоразрушающего бурового инструмента.- Новосибирск: Наука, 1985.- 274 с.
2. Блохин В. С. Повышение эффективности бурового инструмента.- М.:Недра, 1982.-232 с.
3. Протасов Ю.И. Теоретические основы механического разрушения горных пород.-М.:Недра, 1985.-242 с.



## **ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПОРОДУРУЙНУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА РОБОЧІЙ ПОВЕРХНІ ШТИРОВИХ КОРОНОК ДЛЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН**

**Проблема та її зв'язок з практичними задачами.** Застосування високоефективного бурового інструменту на гірничорудних підприємствах є важливою умовою зниження собівартості і підвищення продуктивності видобутку корисних копалин. Для встановлення оптимального розміщення породоруйнуючих елементів на робочій поверхні штирових коронок для ударно-обертального буріння, що забезпечує збільшення ефективності руйнування породи, необхідно вирішити задачу оптимізації геометричного розташування штирів на робочій поверхні коронки.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Існуючі методики розрахунку та конструювання породоруйнуючої частини штировий бурових дозволяють розрахувати об'єм породи відбитій за один удар, але не дають можливості отримати точне розташування породоруйнуючих елементів, щоб забезпечити максимальний об'єм породи відбитій за один удар.

**Постановка задачі.** Встановлення оптимального розміщення породоруйнуючих елементів на робочій поверхні штирових коронок для ударно-обертального буріння, що забезпечує збільшення зруйнованої породи за один удар і мінімізацію кута повороту коронки, необхідного для повного руйнування усього забою.

**Викладення матеріалу і результати.** Створення системи автоматизованого проектування породоруйнуючої частини штирових коронок здійснено на базі модифікованої існуючої методики проектування.

Постановка задачі оптимізації: визначити такі значення радіусу штирів та кількості кільцеподібних зон при яких площа ураження забою при першому ударі прагне максимуму; мінімальний кут обертання коронки для повного руйнування забою прагне мінімуму; кількість штирів прагне мінімуму.

Аналіз отриманих даних з точки зору можливості винайдення регресійних залежностей показав, що створення залежностей площі ураження забою при першому ударі від радіусу, кількості штирів та кількості кільцеподібних зон та від мінімального кута обертання коронки для повного руйнування забою від радіусу, кількості штирів та кількості кільцеподібних зон є неможливим, тому відомі методи оптимізації неможливо використати. Розроблено новий метод оптимізації з погляду на складні умови задачі.

За допомогою створеної системи автоматизованого проектування було спроектовано 132 конструкції коронок, що відрізняються радіусами і кількістю штирів та кількістю кільцеподібних зон у яких розміщуються штирі. Використовуючи розроблену методику, визначено оптимальні конструкції коронок, що відповідають поставленій задачі оптимізації.

**Висновки.** 1. Розроблено математичну модель руйнування породи на забої штировою коронкою при її обертанні, що дає змогу розраховувати зони ураження забою штирями коронки при повному оберті коронки та визначати площу ураження при кожному ударі. 2. Розроблено методику оптимізації параметрів розміщення породоруйнуючих елементів на робочій поверхні коронки за допомогою якої встановлено, що найбільш повно відповідає поставленій задачі оптимізації конструкція коронки, що містить 11 штирів радіусом 5 мм, які розміщуються у трьох кільцеподібних зонах. Причому мінімальний кут повороту коронки для повного ураження забою становить  $33,6^\circ$ .

**Напрямки подальших досліджень.** Проведення експериментальних досліджень для підтвердження аналітичних результатів.

1. Протасов Ю.И. Теоретические основы механического разрушения горных пород.-М.:Недра, 1985.-242 с.1
2. Хруцкий А.А. Методика расчета и проектирования штыревых коронок для бурения скважин погружными

УДК 621.879.3: 622.271

О.В. ЗАМИЦЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., В.А. ІЛЬЧЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КАР'ЄРНИХ ЕКСКАВАТОРІВ ТИПУ ПРЯМА ЛОПАТА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**Проблема та її зв'язок з практичними задачами.** Умова роботи екскаваторів визначається типом і станом порід в забої, досконалістю технології попереднього розпушування. Крайня різноманітність цих умов ускладнює вибір раціональних параметрів проєктованих екскаваторів. Кар'єрні екскаватори малої і середньої потужності можуть проєктуватися як машини універсального застосування. В цьому випадку копаючі механізми необхідно розраховувати на граничні навантаження в найбільш важких умовах різних забоїв. Унікальні машини великої потужності доцільно проєктувати для певних умов в забоях передбачуваної експлуатації, забезпечуючи найбільшу інтенсивність робочого процесу.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Розглянувши та проаналізувавши залежності, пропоновані різними авторами для визначення лінійних параметрів робочого устаткування потужних кар'єрних лопат, встановлено неможливість оцінки екскаваторів за техніко-економічними показниками, а відомі методики визначення зусиль і потужностей механізмів підйому і напору, слід зазначити, що вони є недостатньо ефективними [1-5].

**Постановка задачі.** Визначення впливу геометрії вузлів робочого устаткування на зусилля копання і енергоємність робочого процесу та обґрунтування способів інтенсифікації робочого процесу за рахунок швидкого пристосування як до низьких, так і до високих забоїв. При цьому необхідно розширити адаптивні властивості робочого устаткування і інтенсифікувати робочий процес за рахунок настановного руху верхньої частини стріли.

**Викладення матеріалу і результати.** На основі аналізу конструкцій екскаваторів та методик їхнього розрахунку для зіставлення і оцінки екскаваторів за техніко-економічними показниками, а також для попереднього вибору основних параметрів пропонуються два коефіцієнти. Це дозволить пов'язати такі параметри забоя, як висота розвалу, середній розмір шматка породи у розвалі, коефіцієнт розрихлення, з лінійними параметрами робочого обладнання. Основою для вибору майбутніх параметрів робочого устаткування є розрахунок зусиль опору копанню породи ковшем лопати і необхідних потужностей механізмів для подолання цих зусиль.

Основною умовою удосконалення розрахунку є відрізок профілю забою еквідистантними по горизонталі стружками. Величина роботи, що здійснюється механізмом підйому при копанні кожної стружки, знаходилася за величиною змотування підйомного каната, визначуваною з геометричних побудов для кожного розрахункового положення ковша. Збільшення горизонтального зусилля може бути отримано при опусканні рухомої частини стріли в робочому обладнанні.

**Висновки.** На основі статистичного аналізу розроблено коефіцієнти, що характеризують розроблюваний забій, для попереднього вибору основних параметрів екскаваторів типу пряма лопата за техніко-економічними показниками.

На основі аналізу енерговитрат при копанні прямою лопатою з різними варіантами співвідношення основних параметрів визначено, що для зменшення енергоємності раціональним є застосування в конструкції робочого устаткування з низьким положенням осі напірного механізму, ковша з найбільшою можливою місткістю і головних блоків найбільшого з можливих діаметрів.

**Напрямки подальших досліджень.** Розробити подібні коефіцієнти для зіставлення і оцінки екскаваторів за техніко-економічними показниками, а також для попереднього вибору основних параметрів для екскаваторів інших типів.

### Список літератури

1. Ярцев Г.М., Желобанов П.В. Эскаваторы.– М.: Недра, 1982 – 569с.
2. Крикун В. Я., Манасян В. Г. Расчет основных параметров гидравлических экскаваторов с рабочим оборудованием обратная лопата.-М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2001.-320 с.
3. Эскаваторы на карьерах. Конструкция, эксплуатация, расчет / Г.И.Козовой, Ф.А.Чакветадзе Ю.А.Антонов, В.Б.Корецкий.- М.: Горная книга, 2011.-416 с.

УДК 629.114: 622.684

В.В. ПОТАПЕНКО, старший преподаватель, Д.А. ОЛЕЙНИК студент  
Криворожский национальный университет

## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ЕЖЕДНЕВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ БЕЛАЗ

Распределение трудовых затрат материальных этапов жизненного цикла карьерных самосвалов БелАЗ таково: на производство приходится 4,7%, на плановые ремонты – 8,5%, а на техническое обслуживание и текущий ремонт 86,8% общих средств. Это определяет перспективность направления повышения эффективности карьерного транспорта и необходимость снижения трудоемкости, адаптации к круглосуточной эксплуатации в сложных горнотехнических условиях, рационализации технического обслуживания машин, в том числе ежедневного обслуживания карьерных самосвалов.

Хронометраж рабочей смены и анализ организации транспортного процесса на предприятиях позволили классифицировать простои карьерных самосвалов по следующим признакам: междусменные простои, простои в ожидании погрузки, проведения ежедневного обслуживания и заправки топливом.

Уровень организации технического обслуживания и ремонта подвижного состава определяет объёмы затрат на их выполнение, в которых расходы на шины, топливо и смазочные материалы составляют более 50% себестоимости перевозок. Ухудшение горнотехнических условий эксплуатации, одновременный рост численности парка карьерных самосвалов с увеличением их грузоподъемности и сложностью технического оснащения обуславливает необходимость корректирования методики ежедневного обслуживания.

Целью работы является повышение качества работ по техническому обслуживанию карьерных самосвалов БелАЗ, уменьшение простоев при их выполнении, устранение очередей к однотипному оборудованию за счёт разработки новой методики ежедневного обслуживания. В основе предлагаемой методики лежит распределение процессов ежедневного обслуживания карьерных самосвалов по продолжительности работы поста, определение перечня операций на основании результатов диагностики каждой единицы техники.

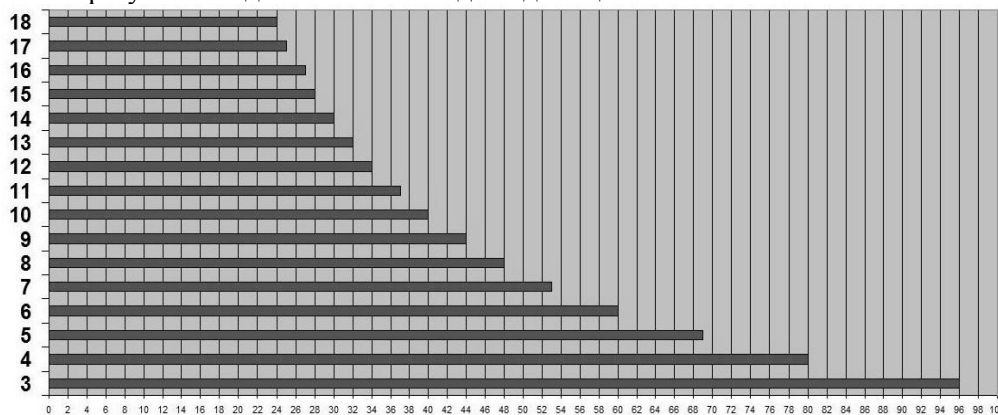


Рис. 1. Диаграмма длительности циклов обслуживания от 3 до 18 карьерных самосвалов при обслуживании по 8-часовому графику на 1 посту

Разработанная методика рационализации ежедневного технического обслуживания карьерных самосвалов, повышающая качество и интенсивность проводимых работ, позволит своевременно обнаруживать и оперативно устранять значительное число возникающих неисправно-

стей, скоротити час обслуговування, усунути проблему очередей к однотипному обладнанню. Одной из задач, рассмотренных в данной работе, является принцип универсальности, допускающий применение предлагаемой методики для предприятия с любым количеством самосвалов, используя планово-предупредительную систему наиболее продуктивно, реализуя в полной мере, заключенные в ней возможности.

Планируется совершенствование данного метода для определения наиболее рациональных вариантов решений при решении задач планирования и организации ежедневного обслуживания карьерного транспорта.

УДК 681.313.451

М.Г. МОРГУН, І.М. СОКУР, магістранти, М.М. МАКСИМОВ канд. техн. наук, доц.,  
Криворізький національний університет

### **СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМУ НАГРІВУ БЕЗ МЕХАНІЧНОЇ ДІЇ НА ВАЛ**

Асинхронні двигуни (АД), як об'єкт найбільш масового виробництва, відрізняються високим ступенем використання, межа якого визначається допустимими перевищеннями температури, тому для них випробування на нагрівання має вирішальне значення [1].

Метою випробування відремонтованого електродвигуна на нагрівання є порівняння встановленої температури його частин при номінальному навантаженні за нормами встановленими ГОСТ 183-74.

Метод теплового навантаження АД без дії на вал полягає в тому, що випробовуваний двигун періодично переводиться з режиму двигуна в режим противвімкнення і зворотньо [2]. При переході досліджуваного АД в режим противвімкнення відбувається різке збільшення струмів кіл ротора і статора, а також за рахунок збільшення частоти струму ротора збільшуються втрати в сталі ротора, що потребує, для забезпечення температурного балансу двигуна, обмеження струму статора. При рівні обмеження струму статора, яке визначається розрахунками відносно типу АД, втрати в двигуні еквівалентні втратам в статичному навантажувальному режимі.

Переведення досліджуваного асинхронного двигуна з режиму в режим з можливістю обмеження потрібних координат може здійснюється за допомогою системи ТРН-АД. ТРН в ланцюгах статора є швидкодіючим, безконтактним перемикаючим пристроєм, що складається з п'яти тиристорних комутуючих елементів (ТКЕ), що ввімкнені за реверсивною схемою, які перемикають чередування фаз асинхронного двигуна, таким чином змінюючи напрям обертання магнітного поля статора, тобто переводячи АД з двигунного режиму в режим противвімкнення і навпаки. ТКЕ переключаються від мікроЕОМ, яка формує дискретні сигнали залежно від швидкості обертання вала досліджуваного АД та сигнали на обмеження координат в залежності від режиму роботи двигуна. Дискретні сигнали можуть бути сформовані залежно від швидкості вала АД, що фіксується безконтактним тахометром, або залежно від часу.

Запропонована система теплового навантаження АД без дії на вал, має ряд переваг:

зниження капітальних витрат при післяремонтному випробуванні АД за рахунок позбавлення необхідності у використанні багатомашинних агрегатів для створення статичного навантаження;

скорочення часу випробування одного АД;

своєчасне визначення дійсних технічних характеристик відремонтованих двигунів дає можливість запобігти його передчасному виходу з ладу на попередньому місці експлуатації.

#### *Список літератури*

1. Родькин Д.И. Системы динамического нагружения и диагностики электродвигателей при послеремонтных испытаниях.-М.:Недра, 1992.-236с.
2. Родькин Д.И., Максимов М.Н. Система послеремонтных испытаний и предпускового опробования асинхронных двигателей // Материалы VII научно-техн. конф. «Повышение надёжности, экономичности и конкурентоспособности асинхронных электродвигателей и электроприводов». - Кемерово, 1992. - С.37-39.

УДК 621.314+621.3.02

В.С. КОЗЛОВ, аспірант, Є.А. ГЛАДЧЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

### ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧОГО ДІАПАЗОНУ АКТИВНИХ ФІЛЬТРІВ СТРУМУ

Ефективним рішенням для корекції енергетичного потоку є силовий активний фільтр (САФ), який можна застосовувати для задач компенсації реактивної потужності, вищих гармонік, балансування навантаження тощо [1,2]. Наведений термін включає до себе низку типів пристроїв, що розрізняють за топологією та величинами, на які пристрій може впливати. Найпоширенішим типом САФ є пристрій, побудований на базі інвертора напруги із 6-ма ключами та конденсаторною батареєю в ланці постійного струму [1].

Задача трифазного САФ струму полягає в інжекції необхідного струму корекції до мережі так, що

$$i_{ABC} = i_{ABC}^{(1)} = i_{L(ABC)}^{(1)} + \sum_{n=2}^{40} i_{L(ABC)}^{(n)} - \sum_{n=2}^{40} i_{F(ABC)}^{(n)}$$

при

$$i_{L(ABC)}^{(n)} = i_{F(ABC)}^{(n)},$$

де  $i_{ABC}$ ,  $i_{ABC}^{(1)}$  - миттєві значення струмів фаз  $A, B, C$ , та миттєві значення перших гармонік фаз  $A, B, C$ ;  $i_{L(ABC)}^{(n)}$ ,  $i_{F(ABC)}^{(n)}$  - миттєві значення струмів мережі та фільтру вищих гармонік фаз  $A, B, C$  відповідно.

Пристрій формує необхідний струм мережі шляхом замкнення фаз мережі через власні індуктивності, або через замкнення послідовно з'єднаних індуктивностей та ємності в ланці постійного струму. Отже, процес формування струму корекції залежить від параметрів індуктивності та ємності, з яких найбільш зручним в аспекті зміни величини є напруга на ємності.

Проблему робочого діапазону в першому наближенні можна сформулювати наступним чином: при використанні реакторів та конденсаторної батареї, настроєних на робочий струм корекції  $I_{cN}$ , фільтр поряд з корисним сигналом корекції буде генерувати значний струм комутаційних процесів в мережу живлення.

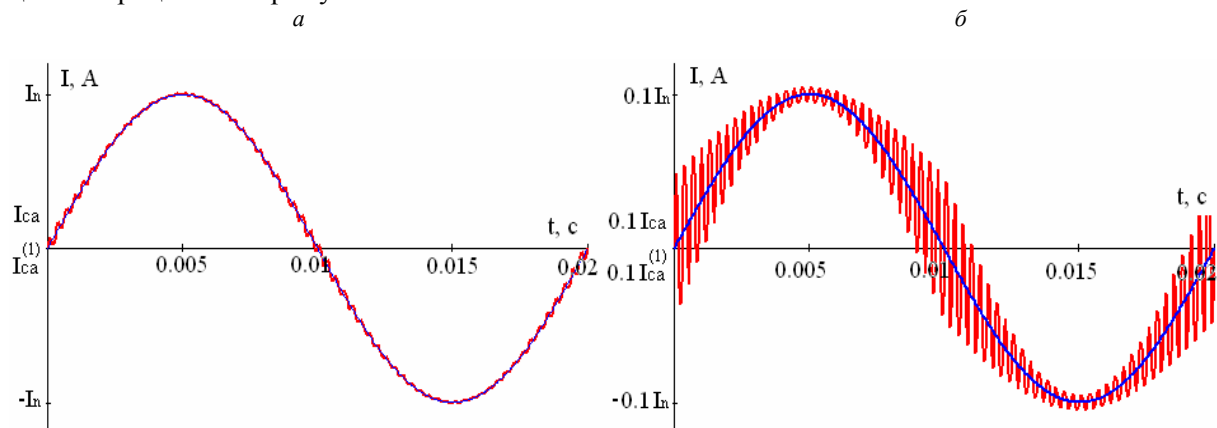


Рис. 1. Струм фільтру та струм першої гармоніки: номінальне значення  $a$  та значення в 10 разів менше  $b$

Коефіцієнт гармонік сигналів, зображеному на рис.1: 2.3% - рис. 1а та 23.9% - рис. 1б.

Шляхом вирішення проблеми може бути збільшення робочих рівнів реакторів фільтру та регулювання напруги конденсатора в ланці постійного струму фільтру.

## Список літератури

1. Akagi H. Modern Active Filters and Traditional Passive Filters / H. Akagi // Bulletin of the Polish Academy of science, Technical sciences. – 2006. – vol. 54. – P. 255-269..
2. Пронин М.В., Воронцов А.Г. Активная фильтрация напряжений и токов сети в установках с высоковольтными тиристорными преобразователями // Сб. «Горное оборудование и электромеханика». – 2005. – № 5. – С. 41–45.

УДК 657.15

Д.О. УРБА, магістрант, Криворожский національний університет

### **РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ І КЕРУВАННЯ В SCADA-СИСТЕМІ TRACE MODE ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ, ДЛЯ ПРОВОДЕННЯ РЯДУ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Програмне забезпечення автоматизованої системи керування вентиляційної установки для лабораторного стенду розроблено за авторським оригінальним алгоритмом.

У роботі розроблено програмне забезпечення для лабораторного стенду вентиляційної установки, що являє собою SCADA-систему, яка автоматично фіксує параметри роботи установки і на основі цього у автоматизованому режимі будує напірно-витратні і енергетичні характеристики.

Проаналізовано вплив способу регулювання продуктивності вентиляційної установки на процеси енергозбереження.

Стенд призначений для виконання лабораторних робіт з метою закріплення теоретичних знань, отриманих студентами на лекціях, та придбання навичок експлуатації обладнання, роботи із запірно-регулювальною, контрольно-вимірювальною й частотно-перетворювальною апаратурою вентиляційної установки.

УДК 621.3.07

А.С. ГРИЦЬКОВ, студент, А.П. СІНОЛИЦЬЙ, д-р техн. наук, проф.  
Криворізький національний університет

### **ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ ЗМІННОГО СТРУМУ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ, З УРАХУВАННЯМ ПРОГРАМНОГО ІНДИВІДУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ**

Запропонований підхід щодо підвищення маневреності кар'єрних самоскидів з електромеханічною трансмісією змінного струму (зменшення радіусу повороту) за рахунок програмованого індивідуального управління тяговими двигунами.

Сучасний стан видобутку корисних копалин відкритим способом характеризується значним ускладненням гірничотехнічних умов розробки. Загальною тенденцією розвитку відкритих гірничих робіт є збільшення глибини кар'єрів, що приводить до зменшення параметрів робочих площадок.

У зв'язку з цим, технічні характеристики транспортних машин, що експлуатуються, насамперед, величина радіусу повороту при постановці самоскидів під екскаватор, не відповідають новим вимогам, які виникають внаслідок зменшення ширини робочих площадок.

Відомі методи підвищення ефективності роботи кар'єрних самоскидів в стиснених умовах потребують значних фінансових вкладень, які можуть бути окуплені через великі строки.

У той же час, на кар'єрах Криворізького регіону основу технологічного автотранспорту складають самоскиди вантажопідйомністю 120-136 т, у яких використовується трансмісія на змінному струмі.

До недавнього часу створення електромеханічної трансмісії змінного струму стримувалось неможливістю створення необхідної маси та габаритів надійних перетворювачів тягової потужності. Поява на ринку силових IGBT-модулів відкрило нові можливості побудови системи тягового електроприводу на основі силового перетворювача частоти та двигуна змінного струму.

У сучасних електроприводах змінного струму застосовується векторне управління. Це забезпечує ряд переваг у порівнянні з приводами постійного струму за схемою «генератор-двигун» з послідовною обмоткою збудження двигуна.

відсутність механічного колектора в тягових двигунах;

електричне гальмування із заданим моментом до нульової швидкості;

відсутність силової контактної апаратури, яка виробляє механічні перемикання в схемі при переході з тягового режиму в режим гальмування і назад;

можливість стоянки завантаженого самоскида на ухилі з електричним гальмом без накладення механічного гальма;

використання електричного диференціалу за рахунок незалежного управління обертанням ведучих коліс.

Алгоритм векторного управління асинхронного двигуна за частотою його напруги базується на обчислюванні миттєвої амплітуди та фази результуючого вектора магнітного потоку з переводом математичної моделі електроприводу у ортогональну систему координат, що обертається, одна вісь якої орієнтована за напрямом результуючого вектора потокозчеплення ротора.

Будова електромеханічної трансмісії та алгоритм управління асинхронного двигуна кар'єрного самоскиду дозволяє змінювати крутний момент, швидкість та напрям обертання тягових електродвигунів окремо правого та лівого бортів.

У зв'язку з цим, одним із способів зменшення радіусу повороту кар'єрних самоскидів може бути поєднання повороту за рахунок передніх керованих коліс та примусового безступінчастого регулювання обертання ведучих коліс, що дозволить зменшити радіус повороту.

Зазначена можливість може бути реалізована при налагодженні та програмуванні за допомогою окремого модулю системи керування тяговими електродвигунами.

Розробка алгоритму роботи електронного блоку примусового управління поворотом є необхідною для вирішення актуального для гірничо-видобувної галузі завдання щодо підвищення маневреності кар'єрних самоскидів з електромеханічною трансмісією, які працюють у стисених умовах.

УДК 621.5: 681.5.004.4

О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач, О.В. ІЛЬЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.,  
.О. УРБА, магістрант, Криворізький національний університет

## **РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ВЕНТИЛЯЦІЙНІЙ УСТАНОВЦІ**

Зменшення капітальних та експлуатаційних витрат, покращення характеристик та надійності роботи вентиляційних систем вимагає застосування енергозберігаючих технологій. Підтвердженим практикою і відносно недорогим рішенням є застосування перетворювачів частоти для регулювання частоти обертання приводів в системах вентиляції [1]. Лише деякі технології мають таку ж самоокупність, яка в середньому становить менше одного року. У той же час завдяки вдосконаленому регулюванню системи вентиляції ця альтернатива забезпечує додаткові переваги.

У роботі здійснено теоретичне узагальнення й розв'язання актуальної науково-технічної задачі дослідження впливу способу регулювання продуктивності вентиляційної установки на процеси енергозбереження. Суть виконаних досліджень полягає в експериментальному з'ясуванні впливу способу регулювання продуктивності на споживання електроенергії вентиляційною установкою. Системи з регулюванням частоти обертання відрізняються значною

економією в порівнянні з механічним способом регулювання, що було продемонстровано порівнянням кривих споживаної потужності. Застосування систем з регулюванням частоти обертання також має ряд інших переваг [2]:

для роботи вентилятора споживається стільки енергії, скільки необхідно для реалізації оптимального режиму;

витрати змінюються лінійно зі зміною числа обертів вентилятора;

позбавлення від непотрібних шумових навантажень;

спокійних механічний хід;

чудова характеристика розгону.

Для дослідження ефективності регулювання вентиляційної установки на кафедрі електро-механіки розроблено лабораторний стенд, який являє собою трирівневу автоматизовану систему контролю, збору, обробки, передачі та управління режимами регулювання продуктивності відцентрового вентилятора.

Перший рівень лабораторного стенду - фізична модель вентиляційної установки, яка включає в себе перетворювач частоти, асинхронний двигун, трансформатор, відцентровий вентилятор, трубопровід, керована сервоприводом повітряна заслінка.

Другий рівень лабораторного стенду представляє собою систему збору, обробки і передачі інформації про параметри вентиляційної установки. Даний рівень реалізований за допомогою цифрового універсального вимірювального приладу Lovato DMG210, датчика тиску, датчика витрати та аналого-цифрового перетворювача.

Третій рівень лабораторного стенду. Керування електроприводом вентиляційної установки, та електроприводом засувки здійснюється через персональний комп'ютер. Для цього розроблено програмне забезпечення в SCADA-системі Trace Mode [3-5]. Підключення стенду до SCADA-системи здійснено за допомогою інтерфейсу RS-232 та протоколу Modbus.

Розроблений лабораторний стенд завдяки закладеній в ньому гнучкості використання різних видів програмно-апаратних засобів, можливості реалізації різних видів регулювання продуктивності вентилятора, наочності відтворення режимів роботи установки за допомогою розробленої автором SCADA-системи дозволить реалізувати не тільки навчальні функції, а й використовувати установку в науково-дослідницькій роботі.

#### *Список літератури*

1. **Калинушкин М. П.** Вентиляторные установки / М. П. Калинушкин. 7-ое изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1979. – 223с.
2. **Ильинский Н.Ф.** Энергосбережение в центробежных машинах средствами электропривода. / Н. Ф. Ильинский. – Вестник МЭИ, №1, 1995.
3. **Лопатин А.Г., Киреев П.А.** Методика разработки систем управления на базе SCADA-системы Trace Mode: Учебно-методическое пособие / РХТУ им. Менделеева Д. И., Новомосковский ин-т Новомосковск, 2007. – 112 с.
4. Руководство пользователя. TRACE MODE 6 & T-FACTORY. Быстрый старт. Издание пятое (к релизу 6.03.1). Москва 2006. AdAstrA Research Group, Ltd. – 163 с. 5. <http://www.adastra.ru/> 6. <http://www.lecrussoft.com/>

УДК 621.311

И.О. СИНЧУК, канд. техн. наук, доц., А.О. АНТОНЕНКО, аспирант  
Криворожский национальный университет

### **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТАХ**

Контроль качества электроэнергии является одним из важнейших принципов эффективного энергоснабжения промышленных потребителей. Но надлежащее внимание данному вопросу начало уделяться лишь с появлением на рынке сертифицированных измерительных приборов [2].

На большинстве предприятий при проектировании питающих электрических сетей в основном рассматриваются вопросы электромагнитной совместимости электрооборудования, вопросам же нормализации ПКЭ внимание практически не уделяется. В работе раскрывается следующая мысль: для достижения удовлетворительного уровня контроля регулирования ПКЭ



недостаточно просто наличия необходимого измерительного оборудования. Основным фактором в этом вопросе является разработка и внедрение комплекса технико-организационных мероприятий, направленных на реальное повышение качества электроэнергии, передаваемой потребителям.

Установлено, что при разработке организационно-технических мероприятий, направленных на улучшение качества энергии, необходимо прежде всего выявить причины его понижения (недопустимо большие потери напряжения в сети, дефицит реактивной мощности в узле нагрузки, неправильный закон регулирования напряжения, неправильный выбор ответвлений обмоток цеховых трансформаторов, неравномерное распределение нагрузок по фазам и т.п.). После этого следует наметить возможные пути улучшения качества энергии и провести их технико-экономический анализ, по результатам которого и принимать необходимые меры.

#### *Список литературы*

1. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. - М.: Энергоатомиздат, 2000. - 252 с.
2. Кузнецов В.Г., Григорьев А.С., Лысенко А.Т. Симметро-компенсирующие устройства для изменяющихся несимметричных электротехнологических нагрузок // Промышленная энергетика. 1992. № 7-8. С.37-41.

УДК 621.316

О.Н. СИНЧУК, д-р техн. наук, проф., И.И. ПЕРЕСУНЬКО, аспирант  
Криворожский национальный университет

### **ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ШАХТ И ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Качество электроснабжения определяется эксплуатационной надежностью и качеством электроэнергии в сетях. В то же время, как показывают результаты проведенных исследований, надежность электроснабжения в значительной степени зависит от качества электроэнергии у шахтных потребителей [1].

В этой работе решаются вопросы оценки и улучшения показателей качества электроэнергии как при эксплуатации, так и на стадии проектирования систем электроснабжения горизонтов железорудных шахт.

Качество электроэнергии оценивается рядом показателей [2]. Согласно к ним относятся отклонения и колебания - напряжения и частоты; не симметрия напряжения промышленной частоты и искажение синусоидальной формы кривой напряжения. Нормированные значения показателей качества электроэнергии не должны быть превышены с интегральной вероятностью  $P_i > 0,95$ .

Устанавливаемый допустимый диапазон отклонений напряжения, он не должны выходить за пределы - 5%, +10% у электродвигателей и аппаратов их пуска и управления. Для электрических ламп и прожекторных установок повышение напряжения не должно быть более +5%, а снижение не более - 2,5% для внутреннего освещения предприятий и не более - 5% для освещения жилых домов, На зажимах остальных ЭП допускаются отклонения напряжения в пределах  $\pm 5\%$  номинального [1].

По результатам ряда работ установлено, что для большинства ЭП и питающей сети более экономичны отрицательные, а не положительные отклонения напряжения (в пределах норм). Например, в США "благоприятный" диапазон  $\delta U$  равен +4%, -8%.

В настоящее время наиболее распространенными приемниками электрической энергии в подземных выработках шахт горнорудной промышленности являются асинхронные двигатели, которые используются для привода самых разнообразных механизмов. В табл. 1 приведены данные по влиянию отклонений напряжения в пределах от -10 % до +10% на характеристики асинхронных электродвигателей.

Таблица 1

Характеристики двигателей	Изменение характеристики при изменении напряжения	
	- 10 %	+10 %
Пусковой и максимальный вращающий момент	- 19%	+ 21 %
Синхронная частота вращения		
Скольжение, %	+ 23 %	- 17 %
Частота вращения при номинальной нагрузке	- 1,5 %	+ 1 %
Коэффициент полезного действия:		
При номинальной нагрузке	- 2 %	+ 1 %
При нагрузке 75 %		
При нагрузке 50 %	- 1 % / - 2 %	+ 1 % / + 2 %
Коэффициент мощности при нагрузке :		
100 %	+ 1 %	- 3 %
75 %	+ 2 % / + 3 %	- 4 %
50 %	+ 4 % / + 5 %	- 5 % / - 6 %
Ток ротора при номинальной нагрузке	+ 14 %	- 11 %
Ток статора при номинальной нагрузке	+ 10 %	- 7 %
Пусковой ток	+ 10 % / + 12%	- 10 % / - 12 %
Прирост температуры обмотки при номинальной нагрузке	+ 5 % / + 6 %	Практически без изменения

При изменении напряжения сети по сравнению с номинальным активная мощность на валу асинхронного двигателя остается практически постоянной, однако изменяются потери активной мощности в нем, что может вызвать перерасход или получить экономию электрической энергии. Реактивная мощность при этом существенно меняется. Для приближенных расчетов можно принять, что для двигателей единой серии А мощность от 20-100 кВт повышение напряжения на 1% приводит к росту реактивной мощности на 3%, а для двигателей меньшей мощности на 5-7%.

Значительный ущерб промышленным предприятиям наносит сокращение срока службы асинхронных двигателей, работающих с большой загрузкой и пониженным напряжением.

Расчеты показывают, что наивыгоднейшим с точки зрения увеличения срока службы двигателей является номинальное напряжение или напряжение выше номинального.

Частота вращения асинхронных двигателей меняется в зависимости от подведенного напряжения.

Отклонение напряжения существенно влияет на работу осветительных установок.

От подведенного напряжения зависят световой поток, освещенность, срок службы, потребляемая мощность и КПД осветительных приемников электрической энергии.

Необходимость проведения мероприятий по улучшению качества напряжения в электрических сетях.

При отклонениях напряжения у приемников электроэнергии выше нормы целесообразно не устанавливать средства регулирования напряжения, которые увеличивают капитальные затраты на сеть и потери электроэнергии, а радикально перестроить систему электроснабжения, осуществить переход на более высокий уровень напряжения распределительных сетей.

Повышение напряжения, как правило, улучшает технико-экономические показатели системы электроснабжения предприятия, одновременно улучшается и качество электроэнергии у потребителей.

#### Список литературы

1. Плащанский Л.А., Беляк В.Л. Анализ технологических схем с целью рационального электроснабжения участков угольных шахт при напряжении 3 (3,3) кВ// М.: Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ - 2007 - № 6 - С. 238-241

2. Беляк В.Л., Плащанский Л.А. Увеличение напряжения участковых сетей как способ повышения эффективности использования горных машин в высоконагруженных забоях угольных шахт М.: Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ - 2007 - № 9 - С. 286-290.

## ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧОГО ДІАПАЗОНУ АКТИВНИХ ФІЛЬТРІВ СТРУМУ

Ефективним рішенням для корекції енергетичного потоку є силовий активний фільтр (САФ), який можна застосовувати для задач компенсації реактивної потужності, вищих гармонік, балансування навантаження тощо [1,2].

Наведений термін включає до себе низку типів пристроїв, що розрізняють за топологією та величинами, на які пристрій може впливати.

Найпоширенішим типом САФ є пристрій, побудований на базі інвертора напруги з 6-ма ключами та конденсаторною батареєю в ланці постійного струму[1].

Задача трифазного САФ струму полягає в інжекції необхідного струму корекції до мережі так, що

$$i_{ABC} = i_{ABC}^{(1)} = i_{L(ABC)}^{(1)} + \sum_{n=2}^{40} i_{L(ABC)}^{(n)} - \sum_{n=2}^{40} i_{F(ABC)}^{(n)}$$

при

$$i_{L(ABC)}^{(n)} = i_{F(ABC)}^{(n)},$$

де  $i_{ABC}$ ,  $i_{ABC}^{(1)}$  - миттєві значення струмів фаз  $A, B, C$ , та миттєві значення перших гармонік фаз  $A, B, C$ ;  $i_{L(ABC)}^{(n)}$ ,  $i_{F(ABC)}^{(n)}$  - миттєві значення струмів мережі та фільтру вищих гармонік фаз  $A, B, C$  відповідно.

Пристрій формує необхідний струм мережі шляхом замкнення фаз мережі через власні індуктивності, або через замкнення послідовно з'єднаних індуктивностей та ємності в ланці постійного струму.

Отже, процес формування струму корекції залежить від параметрів індуктивності та ємності, з яких найбільш зручним в аспекті зміни величини є напруга на ємності.

Проблему робочого діапазону в першому наближенні можна сформулювати наступним чином: при використанні реакторів та конденсаторної батареї, настроєних на робочий струм корекції  $I_{cN}$ , фільтр поряд з корисним сигналом корекції буде генерувати значний струм комутаційних процесів в мережу живлення.

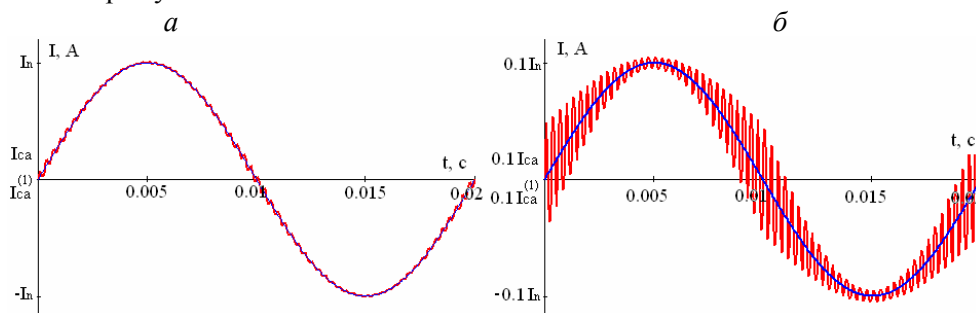


Рис. 1. Струм фільтру та струм першої гармоніки: номінальне значення  $a$  та значення в 10 разів менше  $b$

Коефіцієнт гармонік сигналів, зображеному на рис.1: 2.3% - рис. 1а та 23.9% - рис. 1б.

Шляхом вирішення проблеми може бути збільшення робочих рівнів реакторів фільтру та регулювання напруги конденсатора в ланці постійного струму фільтру.

#### Список літератури

1. **Акагі Н.** Modern Active Filters and Traditional Passive Filters / Н. Akagi // Bulletin of the Polish Academy of science, Technical sciences. – 2006. – vol. 54. – P. 255-269.
2. **Пронин М.В.,** Воронцов А.Г. Активная фильтрация напряжений и токов сети в установках с высоковольтными тиристорными преобразователями // Сб. «Горное оборудование и электромеханика». – 2005. – № 5. – С. 41–45.

Д.В. РИЖЕНКОВ, магістрант, В.М. МАКОДЗЬОБ, студент  
Криворізький національний університет

## ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АКТИВНИХ ФІЛЬТРІВ

Силові активні фільтри (САФ) являють собою низку пристроїв корекції повної потужності [1,2] зі значними перевагами по відношенню до класичних засобів корекції електричного енергопотуку. Дослідження САФ в умовах виробництва є істотною проблемою, оскільки такі дослідження в промислових умовах вимагають великих матеріальних витрат і втрат часу або ж є зовсім неможливі. Шляхом вирішення вищезазначеної проблеми експерименту є математичне та фізичне моделювання. Останній спосіб дослідження є більш бажаним, оскільки фізична модель є більш близькою до реального об'єкту. Інші переваги стендових випробувань: прискорення процесу дослідження у порівнянні із втручанням до реального об'єкту, можливість дослідження різного режимів, у тому числі й аварійних тощо.

Найбільш розповсюдженим типом активних фільтрів є трифазний активний фільтр струму на базі інвертора напруги з ємнісним накопичувачем в ланці постійного струму [1]. Тому головними об'єктами дослідження обрані трифазний та однофазний фільтри струму.

Для всебічного дослідження об'єкту (САФ) до складу лабораторного комплексу були включені наступні складові:

трифазна триповідна (чотирипровідна) мережа живлення із можливістю зміни індуктивності мережі;

тиристорний регулятор напруги;

активні фільтрокомпенсуючі пристрої (два однофазних ФКП та трифазний ФКП);

лінійне навантаження (активне, активно-індуктивне);

блок конденсаторних батарей;

керовані випрямлячі (шестипульсний, трипульсний).

Структурна схема лабораторного комплексу, до якого входять вищезазначені компоненти показана на рис. 1.

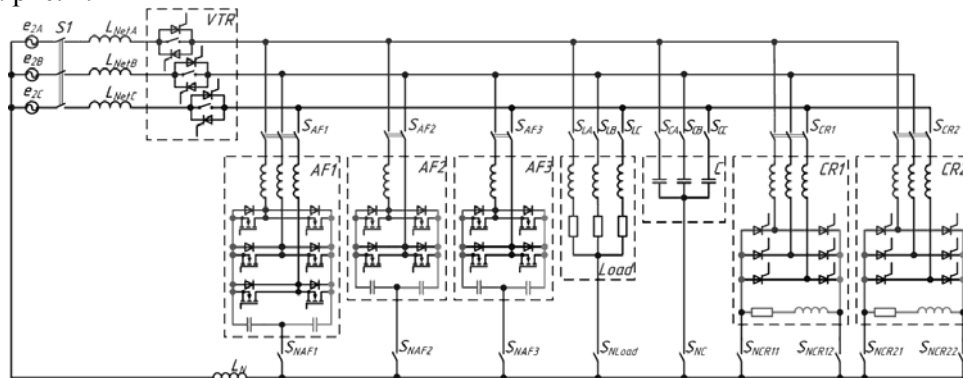


Рис. 1. Загальна структурна схема установки

Працездатність лабораторного комплексу підтверджено експериментально: створено режим компенсації трифазним активним фільтром вищих гармонік, утворених нелінійним навантаженням. Після компенсації рівень гармонік струму мережі зменшується в той час, як рівень гармонік напруги дещо збільшується. Цей факт можна пояснити відсутністю пасивного фільтра на вході активного компенсатора.

### Список літератури

1. Akagi H. Modern Active Filters and Traditional Passive Filters / H. Akagi // Bulletin of the Polish Academy of science, Technical sciences. – 2006. – vol. 54. – P. 255-269.
2. Пронин М.В., Воронцов А.Г. Активная фильтрация напряжений и токов сети в установках с высоковольтными тиристорными преобразователями // Сб. «Горное оборудование и электромеханика». – 2005. – № 5. – С. 41–45.

О.В. КОВАЛЬ, магістрант, Ю.Б. ФІЛІПП, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ПІДСТАНЦІЯХ ВОДОПРОВІДНИХ І КАНАЛІЗАЦІЙНИХ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ КП «КРИВБАСВОДОКАНАЛ»

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Частка електричної енергії, споживаної електродвигунами водопровідних і каналізаційних станцій, досягає 70% від витрат на доставку води споживачам і перекачування стоків. Частотно-регульований електропривод дозволяє оптимізувати характеристики трубопровідної мережі (тиск, витрата або температура) у відповідності з поточними вимогами, зменшити витрати на ремонт.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Через значні коливання надходження води впродовж різних часових інтервалів (рік, місяць, доба) спостерігаються значні зміни споживаних активної і реактивної потужності. Для аналізу споживання активної і реактивної потужності були використана у якості вихідної інформація автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії КП «Кривбасводоканал».

**Постановка завдання.** Метою статті є аналіз режимів споживання активної та реактивної електроенергії, коефіцієнта потужності на підстанціях насосних станцій КП «Кривбасводоканал» і розробка заходів з енергозбереження.

**Викладення матеріалу та результати.** КП "Кривбасводоканал" разом із ДП "Кривбаспромводопостачання" забезпечують питною водою, відведенням та очищенням стічних вод населення міста. Комунальна мережа водопостачання міста Кривого Рогу складається з 1854 км водопроводів й 73 насосних станцій. Система водовідведення та знешкодження забруднених стічних вод міської каналізації - близько сотні каналізаційних станцій перекачування стічних вод, майже 1000 км самопливних мереж та напірних колекторів, п'ять сучасних станцій аерації для повної біологічної очищення міських стічних вод, каскад ставків - накопичувачів очищених стоків загальною місткістю близько 30 млн. кубометрів.

КП «Кривбасводоканал» для енергозбереження трьох станцій аерації з добовою продуктивністю понад 500 тис.м<sup>3</sup> та парку насосних станцій (каналізаційних, дренажних, водопровідних – близько 170 одиниць) використовує п'ять трансформаторних підстанцій 35/6 кВ, 54 трансформаторних підстанцій 10/0,4 і 6/0,4 кВ. Загальне споживання електроенергії по КП «Кривбасводоканал» становить близько 120 млн. кВт/год на рік.

Аналіз графіків споживання активної і реактивної електроенергії на підстанції кар'єру вказує на коливання коефіцієнта потужності ( $\cos\phi$ ) і доводить про необхідність вирішення питання компенсації реактивної потужності та зменшення втрат активної потужності у живлячих трансформаторах підстанцій насосних станцій.

У переважній більшості на насосних станціях реалізований наступний принцип роботи насосних агрегатів: один (два) у роботі, другий (третій) - у резерві, третій (четвертий) - у ремонті. Для таких варіантів роботи насосного встаткування необхідно використовувати станції групового керування електроприводом, що працюють в автоматичному режимі. У таких станціях використовується один перетворювач частоти для групи насосних агрегатів; регулювання продуктивності насоса відбувається на одному насосі, у випадку збільшення водорозбору підключаються резервні насоси. Завдяки перетворювачу частоти відбувається плавний пуск насосів, у трубопроводі відсутні гідравлічні удари, а в мережі електропостачання більші пускові струми; логічний контролер, що входить до складу керуючої апаратури, дозволяє виконувати видачу керуючих впливів на об'єкти станції, а панель керування й сигналізації забезпечує ручне керування й контроль над насосною станцією, візуальний контроль нормальних й аварійних режимів роботи станції. Використання ПЧ і контролера дозволяє реалізувати необхідні алгоритми автоматизації й сполучення СГУ-ЧЭ з керуючими SCADA-системами підприємства.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Виконано аналіз графіків енергоспоживання водопровідних і каналізаційних насосних станцій КП «Кривбасводоканал».

Рекомендовано проводити заходи з поліпшення енергетичних показників електроприводів насосів з використанням компенсуючих пристроїв реактивної потужності.

## АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ВЕНТИЛЯТОРНИХ УСТАНОВОК ПАТ «КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ»

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Економічність роботи вентиляторних установок залежить від різних факторів (проведення буровибухових робіт, пори року, температури навколишньої середовища, кількості працюючих робітників у шахті, розвиток гірничих вироблень і таке інше). Використання регульованого електропривода вентиляторних установок дозволяє забезпечити стабільність параметрів провітрювання шахти а також забезпечити економічну роботу електропривода вентилятора.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Аналіз ефективності роботи вентиляторів можна оцінити на основі дослідження режимів споживання активної і реактивної потужності та коефіцієнту потужності електроприводів вентиляторів. Для аналізу споживання активної і реактивної потужності були використана у якості вихідної інформація автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії ПАТ «Кривбасзалізрудком».

**Постановка завдання.** Метою статті є аналіз режимів споживання активної та реактивної електроенергії, коефіцієнта потужності на підстанціях ПАТ «Кривбасзалізрудком» і розробка заходів з енергозбереження.

**Викладення матеріалу та результати.** Для електроприводів шахтних вентиляторів на шахтах Кривбасу використовуються синхронні двигуни змінного струму типу СДВ, СДН потужністю 1250 кВт. Пуск електропривода здійснюється через реактор від мережі 6 кВ.

Оскільки електропривод шахтних вентиляторів має великий момент інерції, то пуск здійснюється тривалий час. Впродовж цього часу електропривод вентилятору здійснює несприятливий вплив на електромережу.

Були проаналізовані графіки добового та місячного споживання активної та реактивної потужності електроприводів головних вентиляційних установок (ГВУ) ш. Батьківщина, Жовтнева, Гвардійська та ш. ім. Леніна. Встановлено, що електроприводи усіх вентиляційних установок працюють у режимах з налагодженням величини  $\cos\varphi = 1,0$  без його стабілізації.

Регульований електропривод дозволяє змінювати напір шахтних вентиляторів. Напір і продуктивність зв'язані характеристикою вентиляційної мережі, тому при зміні витрати повітря необхідно міняти також і напір вентилятора. Крім того, навіть при постійній продуктивності вентиляторної установки необхідність регулювання напору викликається зміною аеродинамічного опору шахтної вентиляційної мережі через зміни довжини й перетинів вироблень при відпрацьовуванні шахтного поля, при переході на нові ділянки видобутку руди. Також можливі зміни аеродинамічних опорів при відкриванні шахтних вентиляційних дверей і т.п. Впровадження регульованого електропривода за системою "вентильний двигун" дозволить постійно підтримувати  $\cos\varphi = 1,0$ , забезпечити плавний пуск вентилятора, збільшити строк служби електродвигуна, забезпечити необхідний режим провітрювання шахти і мінімізувати викривлення напруги мережі вищими гармоніками.

Використання такого електропривода шахтного вентилятора дозволяє керувати режимами провітрювання залежно від температури повітря гірничих вироблень, необхідності зменшення навантаження у вихідні та святкові дні через зменшення робітників та техніки на підземних горизонтах.

На базі таких сучасних систем електроприводів може бути створена система автоматизованого керування головною вентиляторною установкою, яка може забезпечувати діагностику, захист, контроль і сигналізацію стану установки й сполучення системи автоматизації з керуючими SCADA-системами підприємства.

### **Висновки та напрямок подальших досліджень.**

1. Виконано аналіз графіків енергоспоживання нерегульованих електроприводів вентиляційних установок шахт ПАТ «Кривбасзалізрудком».



підвищення інерційності внутрішнього контуру динамічного моменту;  
застосування спеціального закону зміни вихідного сигналу за датчика інтенсивності (ЗІ), який відрізняється від лінійного.

На рис.2 наведено графіки перехідних процесів при роботі ЕП за тахограмою для компромісного варіанту налагодження САК, робота якої відбувається при постійно діючому реактивному навантаженні, яке спадає. Під час першого розгону застосований параболічний закон зміни вихідного сигналу ЗІ, а до контуру моменту внесено додаткову інерційність.

Аналіз графіків (рис. 2) показує, що значення всіх сигналів не перевищують припустимих значень.

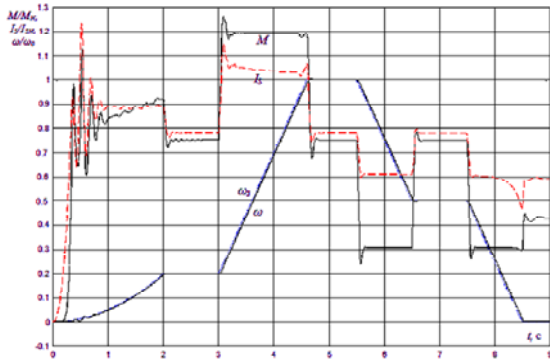


Рис.2. Графіки перехідних процесів в системі при роботі за тахограмою

Отже, в даній роботі показано, що лінійні СС, які синтезуються на основі лінеаризованої моделі об'єкту "ПЧ - АД", можуть бути застосовані для достатньо точного встановлення параметрів реально нелінійного об'єкту. Синтезовані СС першого, другого та третього порядків, які достатньо точно встановлюють значення динамічного моменту як в усталених, так і в перехідних режимах і можуть бути рекомендовані до застосування у замкнених системах, які забезпечують досить

плавну зміну керуючого впливу.

Розроблена система асинхронного ЕП з частотним управлінням і зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту є астатичною за навантаженням і може бути рекомендована до застосування у широкому колі промислових механізмів. Переваги таких систем перед іншими відомими астатичними системами скалярного частотного управління [1] полягають перш за все у більшій простоті реалізації: замість 1 - 3 внутрішніх контурів регулювання струму або напруги достатньо організувати регулювання величини динамічного моменту за умови оцінювання його величини за допомогою спостерігачів стану.

#### Список літератури

1. Бродовский В. Н., Иванов Е. С. Бесконтактный электропривод с частотно – токовым управлением для замкнутых систем регулирования. – «Электричество», 1967, № 10.

УДК 631.315: 629.783: 525

В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц., І.І. ДУБОВИК, аспірант  
Криворізький національний університет

### КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СІВАЛКОЮ

У теперішній час в Україні виникає потреба впровадження нових сільськогосподарських технологій, що дозволяють поліпшити якість виробленої продукції та знизити витрати на виробництво за рахунок раціонального використання машин, агрегатів та ресурсів. У зв'язку з цим, потрібно вирішувати проблеми вдосконалення технологічних процесів, зокрема покращення процесу сівби, а саме зменшення витрат насіння, рідин та добрив.

Нестача опадів та посушлива погода стають на заваді отримання дружніх сходів врожаю, тому відсутність контролю за температурою і вологістю орного поля та посівної борозни ґрунту часто призводить до недотримання науково-обґрунтованої глибини посіву та загортання насіння, що вимагає перенесення строків сівби, або висів насіння на ризик у сухий ґрунт.

На інтенсивний розвиток кореневої системи насіння, у значній мірі впливають температурний режим, вологість та щільність ґрунту, як у посівній борозні, так і орного поля взагалі, тому запропонована технологія висіву зернових культур, що заснована на застосуванні автоматизованої сівалки, яка включає формування посівної борозни і висів у неї насіння з одночасним вимірюванням вологості ґрунту на глибині висіву насіння, закриття насіння в борозні ґрунтом, подальше ущільнення і шлейфування над рівчаком.



Поставлена задача по підвищенню ефективності сівби просапних культур та визначенню вологісних параметрів ґрунту вирішується за рахунок визначення дійсного стану орного поля і посівної борозни, їх вологості та температури за допомогою інфрачервоної термографії, та розрахунку щільності ґрунту у посівній борозні по значенням вологості ґрунту [2]. Все це дозволить рівномірно розподіляти насіння в рядку по довжині гону, зменшити пропуски висіву насіння і забезпечити найкращі умови для проростання і схожості насіння.

Так як ґрунт є джерелом теплового випромінювання (за умови, що його температура вище абсолютного нуля), то це випромінення являє собою інфрачервоні хвилі і вимірювальний прилад – тепловізор, їх фіксує. Використання тепловізора дає можливість отримувати та зберігати інформацію щодо температурного поля орного шару ґрунту. Відеосигнал з тепловізора подається для обробки у аналізатор, в якому згідно розробленого математичного апарату та залежностей визначаються температури орного поля та ґрунту на глибині висіву насіння [1].

По значенню температури ґрунту, використовуючи розроблені математичні формули, визначається його вологість. На основі вологості ґрунтів, контролер сівалки обчислює щільність ґрунту в посівній борозні. Для цього в пам'яті контролера зберігається таблиця відповідності вологості ґрунту до його щільності. Якщо обчислена контролером щільність значною мірою відрізняється від заданої трактористом перед початком сівби, то блок регулювання розпушувача ґрунту виконує розпушення у борозні. Цей процес повторюється до тих пір, поки щільність не буде відповідати заданому значенню.

### *Список літератури*

1. Пат. на корисну модель № 84931 Україна, МПК 2013.01, А01С 7/00. Пристрій для висіву насіння просапних культур і внесення добрив/**Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.**; заявл. 26.03.2013, опубл.11.11.2013, Бюл.№ 21.

2. Пат. на корисну модель № 84925 Україна, МПК 2013.01, А01С 7/00. Спосіб сівби просапних культур і внесення добрив/**Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.**; заявл.26.03.2013, опубл.11.11.2013, Бюл.№ 21.  
УДК 631.315:629.783:525

**В.Й. ЛОБОВ**, канд. техн. наук, доц., **І.І. ДУБОВИК**, аспірант  
Криворізький національний університет

## **СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СОШНИКОМ СІВАЛКИ**

Для забезпечення високої точності глибини висіву насіння, заданої продуктивності роботи посівного агрегату та відносно невеликої вартості обладнання, в останні роки широко використовують різні типи сівалок для посіву просапних культур і спостерігається тенденція до їх інтенсивного розвитку [1, 2].

Сівалка має в своєму складі: сошник, насіннепровід, що висіває, з поєднанням з ним датчиком висіву насіння, висівний апарат, котки, шлейф і пристрій грудковідведення, патрубков для введення в ґрунт порції активованих добрив і стимуляторів росту [3].

Пневматичні приводи (ПП) отримали широке застосування при автоматизації виробничих процесів у сільськогосподарських машинах. Вони використовуються в якості приводів затискних і транспортуючих механізмів, для дистанційного керування і регулювання при автоматизації машин і пристроїв. Керуючі ПП призначені для забезпечення заданої послідовності переміщення виконавчих пристроїв у відповідності з необхідним законом їх руху. Основними елементами керуючих ПП, що встановлюються на сільськогосподарських сівалках, є пневматичні циліндри (ПЦ), у яких діаметр може коливатися від 0,01 до 0,3 м, а хід поршня від декількох міліметрів до 2-3 м при різноманітних конструктивних виконаннях.

За допомогою ПЦ досягаються відносно високі швидкості (до 0,3 мм/мс), що має велике значення для підвищення продуктивності машин, точності позиціонування виконуючих механізмів, тощо. Термін служби ПЦ доведений до 10 млн. ходів. Тиск харчування у виконавчих ПП зазвичай дорівнює тиску стисненого повітря в мережі (0,4-1МПа).

Використання такої сівалки дозволить якісно проводити смуговий посів з дотриманням заданої глибини загортання насіння по всій ширині захоплення агрегату в оптимальні агротехнічні строки при вологості ґрунту до 35%. Для забезпечення високої точності глибини борозни, в

останні роки широко використовують різні конструкції сошників і спостерігається тенденція до їх інтенсивного розвитку, тому використання представленого сошника є доцільним.

Незалежно від типу сошника і дозованого насіння (таке, що ущільнюється та не ущільнюється), нерівномірність подачі насіння в посівне ложе – одне з домінуючих джерел динамічної складової похибки посадки насіння. А тому, для мінімізації такої складової похибки, доречно розглянути окремо нерівномірність подачі насіння із випускного каналу бункера та рівномірність розташування цього насіння у висівному ложі.

Динамічна складова точності глибини борозни залежить від забезпечення сталої інтенсивності переміщення сошника. Для автоматизованого регулювання положення сошника використана система керування з такими складовими елементами: контролер, електропневматичний пропорційний регулятор тиску, мікроконтролер лінійного позиційного пневмоприводу. Відповідно до рівня глибини у борозні та положення сошника, змінюється величина вхідного (вихідного) тиску позиційного пневмоприводу керування приводом сошника. Розроблена математична модель руху сошника дає можливість реалізувати раціональні режими роботи сівалки.

### *Список літератури*

1. Пат. на корисну модель № 84931 Україна, МПК 2013.01, А01С 7/00. Пристрій для висіву насіння просапних культур і внесення добрив/**Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.**; заявл. 26.03., опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
2. Пат. на корисну модель № 84925 Україна, МПК 2013.01, А01С 7/00. Спосіб сівби просапних культур і внесення добрив/**Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.**; заявл. 26.03., опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
3. Пат. на корисну модель № 84902 Україна, МПК А01С 7/00, G01D 5/12, G01D 9/00. Система контролю висіву насіння/**Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І., Мірошник А.В.**, опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.

## **С е к ц і я 12 – КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЙ**

УДК 004.9

В.С. ЛИСЕНКО, канд. економ. наук, доц., В.К. ГОНЧАРЕНКО, студент,  
Криворізький національний університет

### **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ ГРАФІВ**

Люди подорожують з давніх-давен і визначення економного чи швидшого маршруту є основним пріоритетом при виборі маршруту для подорожі. Тож з розвитком інформаційних технологій та з об'єднанням транспортних мереж різних країн у єдине ціле постала необхідність створення інформаційної системи, що здатна оперативно виконувати пошук оптимальних маршрутів за різними критеріями - за ціною, часом чи відстанню. Така система не тільки допоможе пасажиру отримати потрібну йому інформацію, а й підвищить ефективність пасажирських перевезень, та за рахунок оптимізації пасажиропотоку зменшить навантаження на транспортні мережі.

Але даний момент рівень довідкової інформації для пасажирів на дуже низькому рівні. В Україні навіть для якогось окремого виду транспорту відсутня можливість пошуку з пересадкою по заданому маршруту.

Найзручнішим способом представлення інформації про міста та маршрути між ними є орієнтований граф. Слід також відмітити, що дві сусідні вершини можуть бути з'єднані декількома ребрами, що є різними маршрутами.

Вага кожного ребра графу представляється заданим критерієм (ціна, час, відстань). Задача оптимізації зводиться до пошуку найкоротшого шляху в графі.

Існує ряд фундаментальних алгоритмів пошуку найкоротшого шляху на графі. Так як в нашій задачі відсутні ребра з від'ємною вагою, то можна застосувати алгоритм Дейкстри.

Він передбачає збереження мінімальної відстані до кожної з вершин, і на кожному кроці намагається її зменшити (рис. 1.).

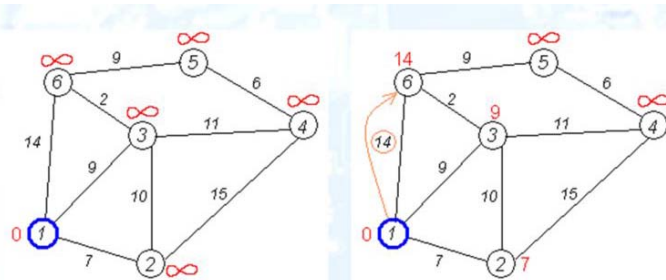


Рис. 1. Реалізація алгоритму Дейкстри

На даному рисунку зображені вершини графа (кола з цифрами у середині) та ребра з їхньою вагою(цифра біля ребра).

Але в даному алгоритмі є один недолік: так як на кожному кроці аналіз відбувається лише за одним критерієм, то буде проаналізований майже весь граф, що є досить неефективно для графу з великою кількістю вершин.

Для скорочення області пошуку доцільно ввести деяку евристичну функцію, яка б направляла обхід вершин до заданої цілі, так би мовити вектор напрямлення шляху, щоб уникнути прямування у напрямку початку, а лише у бік пункту прибуття за проекцією на вісі. Ефективним в цьому плані є алгоритм, який був розроблений американськими математиками ще в 1986 році. Для розрахунку оптимального шляху алгоритм використовує два параметри, що розраховуються для кожного вузла:

$$F = G + H,$$

де  $G$  – вартість маршруту від стартової точки до даного пункту;  $H$  – приблизна вартість пересування від даного пункту до кінцевого (евристична оцінка);  $F$  – вартісна функція, що визначає пріоритет обходу вершин.

Функція  $H$  повинна бути допустимою евристичною оцінкою і не переоцінювати відстані до цільового пункту. Тому дуже важливо контролювати правильність географічних координат міст, адже по ним вираховується відстань.

Прийmemo в якості евристичної оцінки відсоток залишеного шляху (за 100% шляху береться відстань по прямої від початкового до кінцевого пункту).

Таким чином, маршрут обходу буде постійно наближуватись до кінцевої точки.

УДК 004.738.5

С.В. БАРАН, канд. економ. наук, доц., Л.В. КРАВЧЕНКО, студент,  
Криворізький національний університет

## АВТОМАТИЗАЦІЯ НАРАХУВАННЯ ПЕНСІЙ

Пенсійна сфера на сьогоднішній день є невід'ємною частиною людського життя. Сьогодні законодавство дозволяє кожній людині бути впевненій в завтрашньому дні, в матеріальному забезпеченні своєї старості не тільки завдяки обов'язковій, але й добровільній участі у державному пенсійному страхуванні.

Пенсійне забезпечення громадян здійснюється відповідно до законодавства країни, яка несе усі пов'язані з цим витрати.

Впродовж останнього десятиліття ситуація в сфері пенсійного забезпечення населення змінилася: підвищено пенсійний вік, тривалість необхідного для призначення пенсії стажу, неодноразово змінювався порядок розрахунку пенсій. Все це значно ускладнює реалізацію пенсійного забезпечення.

Актуальність автоматизації процесу нарахування пенсійних забезпечень полягає в тому, що сфера страхування громадян є досить нестійкою, адже завжди система потребує додаткового пенсійного страхування, що викликане необхідністю вирішення проблем своєчасних виплат мінімально гарантованих державою пенсій, а також збереження досягнутого рівня добробуту при виході на пенсію; пенсійна система не в змозі забезпечити належний рівень життя громадян по закінченню трудової діяльності.

Тому постає необхідність полегшення діяльності робітників Пенсійного фонду України, а саме, процес нарахування пенсій робітникам підприємства шляхом здійснення комп'ютеризації функціональних процесів, оброблювання та здійснення обміну інформацією в системі Пенсійного фонду. Автоматизація цієї задачі заощадить багато часу та людських ресурсів, що витрачаються на безпосередній розрахунок пенсій.

Об'єктом дослідження виступає, в першу чергу, пенсійна сфера України, а також – робітники підприємства, які потребують пенсійного забезпечення для подальшого повноцінного існування.

Для того, щоб виконати процес нарахування пенсій, необхідно отримати в розпорядження певні дані, загалом, числові.

Методика нарахування пенсій здійснювалася на основі типів нарахування пенсій: за віком, за інвалідністю та в зв'язку з втратою годувальника. Ці категорії відрізняються алгоритмом здійснення нарахувань.

Пенсія за віком залежить від розміру заробітної плати та кількості місяців, що входять до страхового стажу. Розрахунки відбувалися за наступними формулами.

$P = Z / n \times Kc$ , де  $P$  – розмір пенсійного забезпечення,  $Z/p$  – розмір заробітної плати,  $Kc$  – коефіцієнт страхового стажу.

$Kc = C_m \times B_c / (100\% \times 12)$ , де  $C_m$  – сума місяців страхового стажу,  $B_c$  – коефіцієнт оцінки стажу (може приймати значення 0.8, 1.0, 1.3).

Пенсія за інвалідністю в залежності від групи розраховується наступним чином:

- 1) I група – 100% пенсії за віком;
- 2) II група – 90% пенсії за віком;
- 3) III група – 50% пенсії за віком.

Пенсія в зв'язку з втратою годувальника призначається непрацездатним членам сім'ї померлого при наявності у годувальника на день смерті страхового стажу, який був би необхідним йому для призначення пенсії по інвалідності.

Пенсія призначається наступним чином:

- 1) на одного непрацездатного члена сім'ї – 50% пенсії за віком;
- 2) на двох та більше непрацездатних – 100% пенсії за віком, розподілених між ними в рівних долях.

Практична цінність програми, що розроблювалась, покликана досягти універсальності, тобто, здійснення перегляду, додання та видалення відповідних даних в зручному для користувача інтерфейсі, візуалізації розрахованих даних у вигляді можливих діаграм різних типів.

Програмний продукт реалізовано за допомогою скриптової мови програмування PHP, технологій ASP.NET; джерелом даних для реалізації задач автоматизації виступали СУБД MySQL та Microsoft SQL Server.

УДК 004.9

В.С. ЛИСЕНКО, канд. економ. наук, доц., О.О. ПАРХОМЕНКО, студент,  
Криворізький національний університет

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІЗНИХ СПОСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ТРІАНГУЛЯЦІЇ ДЕЛОНЕ ПРИ ПОБУДОВІ ПОВЕРХОНЬ**

Завдання побудови тріангуляції Делоне є однією з базових у обчислювальної геометрії. До неї зводяться багато інших завдань, вона широко використовується в машинній графіці та геоінформаційних системах для моделювання поверхонь і вирішення просторових завдань.

Існує величезна кількість алгоритмів тріангуляції Делоне, в даній роботі було взято один алгоритм "Видаляй і будуй" та інший модифікований.

Алгоритм "Видаляй і будуй" відноситься до ітеративних алгоритмів. Усі ітеративні алгоритми мають у своїй основі дуже просту ідею послідовного додавання точок у частково побудовану тріангуляцію Делона. Формально це виглядає так.

Дано безліч з  $N$  точок.

*Крок 1.* На перших трьох вихідних точках будуємо один трикутник.

*Крок 2.* У циклі по  $n$  для всіх інших точок виконуємо кроки 3-5.

*Крок 3.* Чергова  $n$ -а точка додається у вже побудовану структуру триангуляції таким чином. Спочатку виробляється локалізація точки, тобто знаходиться трикутник (збудований раніше), в який потрапляє чергова крапка. Або, якщо крапка не потрапляє всередину триангуляції, знаходиться трикутник на кордоні триангуляції, найближчий до чергової точки.

*Крок 4.* Якщо точка потрапила на раніше вставлений вузол триангуляції, то така точка звичай відкидається, інакше точка вставляється в триангуляцію у вигляді нового вузла. При цьому якщо точка потрапила на деякий ребро, то воно розбивається на два нових, а обидва суміжних з ребром трикутника також діляться на два менших. Якщо точка потрапила строго всередину якого-небудь трикутника, він розбивається на три нові. Якщо точка потрапила поза триангуляції, то будується один або більше трикутників.

*Крок 5.* Проводяться локальні перевірки знову отриманих трикутників на відповідність умові Делона і виконуються необхідні перестроювання.

Кінець алгоритму.

У ітеративному алгоритмі «Видаляй і будуй» не виконується ніяких перебудовань. Замість цього при кожній вставці нового вузла відразу ж видаляються всі трикутники, у яких всередину описаних кіл потрапляє новий вузол. При цьому всі видалені трикутники неявно утворюють деякий багатокутник. Після цього на місці вилючених трикутників будується заповнює триангуляція шляхом з'єднання нового вузла з цим багатокутником.

Даний алгоритм будує відразу всі необхідні трикутники на відміну від звичайного ітеративного алгоритму, де при вставці одного вузла можливі багаторазові перестроювання одного і того ж трикутника. Однак тут на перший план виходить процедура виділення контуру віддаленого багатокутника, від ефективності роботи якого залежить загальна швидкість алгоритму. У цілому залежно від використовуваної структури даних цей алгоритм може витратити часу менше, ніж алгоритм з перестроюваннями, і навпаки.

Результат проведеного експерименту показав, що модифікований алгоритм, який був узятий за основу, набагато швидкий у виконанні ніж стандартний ітеративний алгоритм "Видаляй і будуй". Результати можна побачити в табл. 1.

Таблиця 1

Кількість точок	Час виконання алгоритму	
	«видаляй та будуй»	модифікований алгоритм
10	0,0002	0
50	0,0049	0,0049
100	0,0154	0,0120
500	0,3742	0,0590
1000	1,5250	0,1310
1500	3,4120	0,2150
2000	6,0955	0,3100

Треба зазначити, що до кількості точок у позначку 50 алгоритми по часу виконання майже однакові. З цього можна зробити висновок, якщо нам потрібно побудувати поверхню довільної форми з кількістю точок 50, то не має різниці який алгоритм брати, але якщо потрібна швидкість виконання після 50 точок, то краще взяти модифікований алгоритм.

УДК 004.738.5

С.В. БАРАН, канд. економ. наук, доц., П.П. ПОЖЕТНОВ, студент  
Криворізький національний університет

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯМ КОНТЕНТУ ДЛЯ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ

На території України, Білорусії, Росії, Казахстані і інших країн світу функціонує багато приватних підприємств, які здійснюють продаж споживчих, промислових товарів, надають різноманітні послуги. Ці підприємства для збільшення прибутку від реалізації товарів і послуг проводять рекламні кампанії, які лише надають інформацію про наявність того чи іншого мага-

зину, і не розкривають всього асортименту. Для вирішення цієї проблеми відбувається створення в просторі глобальної мережі інтернет сайтів-візиток, електронних каталогів, інтернет-магазинів, тощо. На такі дії підприємці виділяють великі кошти, і не завжди результат може бути якісним та виправданим. Дана проблема призводить до того, що власник інтернет-магазину не завжди може бути знайденим потенційним покупцем.

Отже, задача стоїть в тому, щоб розробити сайт, який би надавав можливість зводити продавця товарів з покупцем. При цьому забезпечуючи для продавця максимальну зручність у поданні асортименту. В ході реалізації даної задачі поставлено за мету розробити сайт, на якому матимуть змогу реєструватись компанії, які в свою чергу матимуть зручну панель керування позиціями товару, збір статистики, реальну конкуренцію з іншими компаніями. Окрім розміщення товарів та послуг, власники компаній матимуть змогу конструювати окрему сторінку, з прив'язкою до акаунту сайту. Покупці в свою чергу матимуть змогу обирати товари та послуги не лише однієї компанії, а одразу серед декількох, та здійснювати покупки одразу з сайту, з можливістю електронних розрахунків.

Даний проект реалізовується на мові програмування PHP 5.3 з використанням framework Yii v1.1.14. В якості СУБД застосовано MySQL. Також розроблюються власні розширення для Yii, а саме: завантажувальник файлів по технології Drag'n'Drop, редактор зображень на стороні клієнту засобами JavaScript та HTML5, модуль керування повідомленнями, модуль «корзини». Розробка на стороні клієнта ведеться на мові програмування JavaScript з використанням бібліотеки jQuery v1.9. Кожний користувач сайту має змогу здійснити реєстрацію з використанням соціальних мереж: «вконтакті», «facebook», «однокласники», «mail.ru» або «yandex». Даний процес реєстрації надає можливість автоматично заповнювати дані про користувача, зокрема email, прізвище, ім'я, дату народження. Розроблюється розширення для керування відгуками про товари і послуги, що дозволяє в свою чергу формувати рейтинг товарів. В ході розробки сайту застосовано власні модифікації плагіну jQuery Grid, що дозволить користувачам вести зручну роботу з даними різного типу. Виконано доповнення стандартних компонентів framework Yii, зокрема компонент для роботи з авторизованими користувачами, компонент для контролю доступу користувачів до деяких місць сайту в залежності від встановленої ролі користувача. Розроблено валідатори для полів моделей таблиць бази даних. Для підвищення швидкодії моделі з таблицями бази даних використано кешування структури бази даних, що в свою чергу зменшує кількість запитів на сервер, і зменшує час відгуку на виконані запити.

Таким чином завдяки більшій доступності користувачів до засобів інтернету всі потенційні покупці матимуть змогу обирати собі необхідний товар або послугу в одному місці, серед багатьох компаній одразу. Компанії матимуть у своєму користуванні всі необхідні інструменти для продажу товарів і послуг на одному сайті, що в свою чергу надає можливість зекономити на кошти та час, ніж при створенні індивідуального інтернет-магазину.

УДК 621.926: 34.16

С.Л. ЦВИРКУН, преподаватель, Криворожский национальный университет

## **ИДЕНТИФИКАЦИИ КРУПНОКУСКОВОЙ РУДЫ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА**

Проблема автоматизации процессов горного производства и жизнедеятельности человека, связанных с распознаванием и сопровождением образов, является одной из перспективных ветвей развития современных ИТ-технологий. Сопровождение движущихся объектов - это один из составляющих компонентов многих систем реального времени таких, как системы сопровождения, анализа видео и других.

Задачу сопровождения можно рассматривать как хорошо изученную проблему теории управления, которая состоит в том, чтобы оценить состояние системы на основании последовательности зашумленных измерений. Задача сопровождения состоит в том, чтобы построить траектории движения кусков руды на входной последовательности кадров.

В результате получаем механизм обратной связи: наблюдаем, оцениваем, предсказываем и обновляем на основании предсказаний. Такой механизм лежит в основе методов сопровождения, основанных на фильтрах Калмана.

Прежде, чем рассматривать применение алгоритма Калмана для решения задачи фильтрации, напомним формулировку задачи фильтрации случайного процесса с известными динамическими свойствами, для решения которой фильтр Калмана изначально предназначался.

Цель фильтра Калмана - минимизировать дисперсию оценки векторного случайного процесса  $x_k$ , изменяющегося во времени.

Фильтр работает в предположении, что система является линейной и шумы описываются Гауссовым распределением с математическим ожиданием, равным нулю.

Тогда модель обратной связи может быть описана векторными уравнениями (1) и (2)

$$x_{k+1} = F_k x_k + w_k, \quad (1)$$

$$z_k = H_k x_k + v_k \quad (2)$$

где  $F_k$  - матрица преобразования состояния системы;  $w_k$  -  $m$ -мерный случайный вектор ошибок (белый шум с нормальным распределением  $N(0, Q_k)$  с математическим ожиданием, равным 0 и матрицей ковариации  $Q_k$ );  $H_k$  - матрица связи модели и наблюдения;  $v_k$  - «белый» шум с нормальным распределением  $N(0, R_k)$ . Заметим, что по определению матрицы ковариации

$$Q_k = M(w_k w_k^T) \quad (Q_k)_{ij} = M(w_k w_k^T)^{ij}.$$

Поскольку в реальных условиях нельзя наблюдать идентичный поток руды, то вводится Гауссов шум с матрицей ковариации  $Q_k$ . Матрица ковариации  $R_k$  строится, исходя из того, насколько точно выполняются измерения положения кусков руды на конвейерной ленте.

Теперь получим обобщенные уравнения для обновления состояния и модели. Идея состоит в том, что сначала строится априорная оценка  $x_k$  состояния согласно (1)

$$\tilde{x}_k^- = F_{k-1} x_{k-1} + w_{k-1} \quad (3)$$

Затем с использованием построенной оценки вычисляется наблюдение

$$z_k = H_k \tilde{x}_k^- + v_k \quad (4)$$

Фильтр Калмана оперирует разностью  $z_k - H_k x_k$ , в которую вносит вклад ошибка  $e_k$  и случайный шум  $v_k$ .

В идеальном случае шум отсутствует и оценка состояния идеальна, поэтому указанная разность обращается в ноль.

Задача состоит в том, чтобы построить матричный коэффициент Калмана  $K_k$  для обновления апостериорной оценки.

Отсюда, если  $K_k$  известен, то известен закон получения обновленной модели  $x_k$ .

Из изложенного можно выделить два этапа работы фильтра:

1. *Предсказание.* Предполагает вычисление априорной оценки состояния  $\tilde{x}_k^-$  (3) и наблюдения  $z_k$  (4).

2. *Коррекция.* Включает определение матричного коэффициента Калмана  $K_k$  и построение апостериорной оценки состояния  $\tilde{x}_k^+$ .

Из этого следует, что алгоритм работы фильтра Калмана можно применить в задаче идентификации крупнокусовой руды.

На основе исследования установлено, что предложенная модификация фильтра обеспечивает устойчивое получение оценок с высокой степенью точности.

Фильтр Калмана представляет собой наилучший линейный фильтр независимо от вида распределения и позволяет реализовать эффективное управление процессом идентификации крупнокусовой руды.

О.С. ЗЕЛЕНСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., В.В. РОДІНА, студент  
Криворізький національний університет

## СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОБУДОВИ ПОВЕРХОНЬ НА ОСНОВІ СТОВПЧИКОВОЇ МОДЕЛІ ТА МЕТОДОМ НАЙБЛИЖЧИХ РАЙОНІВ

На кафедрі інформатики та прикладного програмного забезпечення ДВНЗ «Криворізький національний університет» було створено пакет з вивчення графічної бібліотеки OpenGL.

Велика увага приділяється побудові поверхонь.

Реалізовано різні способи побудови поверхонь: каркасний метод, тріангуляція Делоне.

Особлива увага приділяється побудові поверхонь з використанням різних сплайнів.

Робота над побудовою поверхонь продовжується.

У даній роботі реалізовано побудову поверхонь на основі стовпчикової моделі та методу найближчих районів.

Для побудови поверхонь використовуються безпосередньо дані по контрольним точкам або по їх інтерпольованих значеннях.

В останньому випадку контрольні точки покриваються рівномірною сіткою, у вузлах якої розраховуються значення показників інтерполяційним способом.

Інтерполяційна сітка є базисною основою для існуючої каркасної моделі (рис. 1) та для стовпчикової моделі, що розробляється у даній роботі.

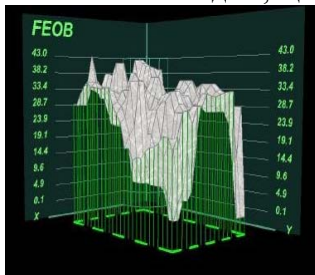


Рис. 1. Каркасна модель поверхні

В якості вихідних даних для побудови поверхонь у роботі використано дані про результати опробування якісних показників по свердловинам у рудних кар'єрах.

На початку роботи обирається таблиця з координатами та якісними показниками по контрольним точкам. Обрані дані виводяться на екран дисплею у вигляді 2D-графіки. Далі для розрахунку інтерполяційних значень (метод сіток) виділяється необхідний прямокутний контур. Виділена область покривається рівномірною сіткою. У кожному вузлі сітки оцінка показника визначається інтерполяцією по даним контрольних точок.

На основі отриманих значень у вузлах інтерполяційної сітки будується стовпчикова модель. Спочатку формуються квадрати, що стикаються один з одним: їх центр знаходиться в інтерполяційних точках, а сторони рівні кроку інтерполяції. У результаті отримуємо поверхню у вигляді прямокутних призм, висота яких дорівнює значенню інтерполяції (рис. 2).

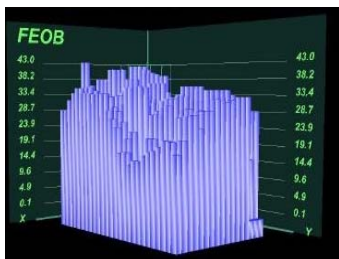
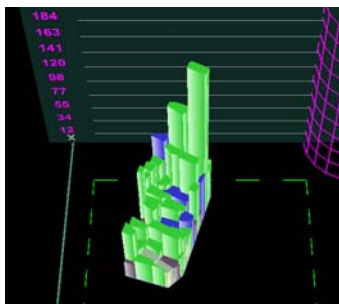


Рис. 2. Стовпчикова модель поверхні

При побудові поверхні на основі розрахунків методом найближчих районів (методом багатокутників) не має необхідності використовувати інтерполяційну сітку. Багатокутник будується навколо контрольної точки всередині блоку і в найближчій до нього зоні. Тривимірна поверхня реалізується у вигляді призм різної висоти, в основі яких площа перетину багатокутника з заданим контуром (рис. 3).

Рис.3. Графічне відображення методу найближчих районів



Для реалізації даного методу необхідно провести складні математичні розрахунки.

Використання різних методів при побудові тривимірних поверхонь дозволяє порівняти можливості даних методів та проаналізувати доцільність використання цих методів в тих чи інших реальних проектах.

*Список літератури*



1. Зеленский А.С., Баран С.В., Лысенко В.С. «Автоматизация геолого-маркшейдерского обеспечения в информационной системе управления рудным карьером. Монография», Издательский центр ГВУЗ «Криворожский национальный университет», 2012, 363 стр.

УДК 004.9:622.1: 622.271

О.С. ЗЕЛЕНСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., М.В. СОЛОМІНА, студент,  
Криворізький національний університет

## **ПОБУДОВА ПОВЕРХОНЬ СПЛАЙНАМИ ПРИ ВИРІШЕННІ ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ЗАДАЧ НА РУДНИХ КАР'ЄРАХ**

Для вирішення геолого-маркшейдерських задач виникає необхідність побудови поверхонь для оцінки просторової мінливості якісних показників, оконтурювання рудних тіл, моделювання денної поверхні кар'єру. В існуючих пакетах для моделювання поверхонь, в основному, використовуються триангуляція Делоне або каркасна модель. Ці методи, при побудові складних поверхонь, що мають різкі нахили та перепади висот, характерні, скажімо, для денної поверхні кар'єру, не забезпечують адекватне представлення реальних умов.

Для оцінки просторової мінливості якісних показників було обрано методи побудови поверхонь з використанням сплайнів. Реалізовано В-сплайн, інтерполяційний кубічний сплайн та кубічний ермітовий сплайн в 3D графіці. Реалізація побудови поверхонь виконана в вигляді функціонального модуля, що складається із окремих блоків.

В першому блоці реалізовано вибір бази даних (БД) та таблиці, по даним якої проводиться побудова поверхонь. Для кар'єрів таблиці БД вміщують координати та якісні показники по вибуховим та розвідувальним свердловинам. При цьому, користувач має можливість обрати необхідні поля з якісними показниками. Потім формується SQL-запит до БД, який вміщує необхідний набір даних.

У другому блоці реалізовано побудову двовимірної графіки по сформованому набору даних. Було передбачено можливість управління, масштабування графіки. Потім виділяється прямокутна область, яка покривається рівномірною сіткою із заданим кроком. У кожному вузлі сітки здійснюється інтерполяція показника відносно даних по найближчим до вузла свердловинам. Інтерполяційні значення у вузлах мережі є контрольними точками для побудови поверхонь.

У третьому блоці по отриманим даним реалізовано побудову поверхонь методами В-сплайна, інтерполяційного кубічного сплайна, кубічного ермітового сплайна.

Програмне забезпечення реалізовано середовищі Visual Studio 2010 з використання графічної бібліотеки OpenGL.

З розглянутих методів побудови поверхонь найбільш ефективних є В-сплайн (NURBS - поверхня). Ця поверхня є керованою, можна змінити характер проходження поверхні щодо контрольних точок, змінюючи вагу їх впливу, що дозволяє моделювати «різкі» переходи між рудним тілом і порожньою породою. Побудова такої поверхні виконується з високою оперативністю.

Переваги В-сплайну: не вимагає високої значності розрахунків та виконується з високою оперативністю, зміна однієї контрольної точки не впливає на всі зміни кривої, а тільки на її певну ділянку, використання вагових коефіцієнтів для проходження поверхонь строго через задані точки, що дозволяє побудову денної поверхні кар'єру, яка пройде строго через точки бровок уступів.

Реалізація кубічного ермітового сплайна та інтерполяційного кубічного сплайна як поверхонь в 3D графіці виконана вперше. Вдосконалено алгоритм В-сплайна, реалізованого в роботі [1]. Даний програмний пакет можна використовувати на реальних об'єктах і в навчальному процесі.

### *Список літератури*

1. Зеленський А. С., Лисенко В. С. «Построение кривых и поверхностей при решении горно-геометрических задач»// Вісник «Криворізький національний університет», випуск 34, 2013.–225 – 231.

**РОЗРОБКА ONLINE-ГРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ FLASH**

На даний час гральна індустрія розвивається все більшими кроками. Люди звикли грати тоді, коли їм це зручно і де їм це зручно. Тому більша кількість ігор перебралося в мережу Інтернет. Виходити в Інтернет зручно не тільки через комп'ютер, але і через телефони та планшети, тобто ті пристрої, які завжди знаходяться під рукою. Люди звикли до мобільності, а це означає, що все більше розважальної продукції йде в Інтернет. Компаніям, які розробляють ігри, дуже зручно працювати саме в мережі, так як система оплати і система статистики тут працює прозоріше і швидше, ніж якщо продавати ігри на вітринах магазинів.

Тому розробка online-гри є темою занадто актуальною в наш час. Це дуже великий простір для творчості по-перше, так як ігри можуть бути дуже різноманітні за своїм напрямом і суттю, а по-друге це досить прибуткова сфера. Велика кількість компаній згодна вкладати свої гроші і розвивати сферу Інтернет ігор тому, що люди по всьому світу хочуть грати і готові витратити на це гроші.

Автором була розроблена online-гра, в яку можна грати на окремому сайті з використаннями Інтернет-браузера. Гра була розроблена за допомогою технології Flash, зокрема мови програмування ActionScript 3.0 та PHP для серверної частини для зв'язку з базою даних. База даних для даної гри включає інформацію про гравців, а також деякі статистичні дані для аналізу використання тих або інших функціональних частин розробленого додатку. Для створення бази даних була обрана СУБД MySQL, яка відрізняється гарною швидкістю роботи, надійністю, гнучкістю і при цьому розповсюджується абсолютно безкоштовно.

Робота над грою поділяється на три великі частини: робота з графікою (формування графічної бібліотеки), робота над візуальним інтерфейсом (те, що буде бачити користувач в процесі використання грального додатку), а також серверна частина, яка забезпечує зв'язок з базою даних і збереження статистичних даних про користувача та гральний процес.

Розроблена гра являє собою класичний «дефендер», тобто головна мета - захистити свою базу від нападу ворогів (у даному випадку ворогами з'являються жуки, а база - ящики з фруктами, які жуки намагаються захопити і з'їсти). Для захисту гравцю надаються певні інструменти (різноманітна зброя, броня, пастки). Гравець переходить від рівня до рівня, покращуючи свою зброю і броню, отримуючи нагороди і віртуальні гроші за вбитих жуків.

Наприкінці гри користувач може побачити таблицю результатів, в якій відображається кількість набраних за всю гру очок, при умові, що отриманий результат задовольняє умові для потрапляння в десятку кращих результатів. Дана таблиця формується шляхом відбору з бази даних десяти найвищих значень серед всіх зареєстрованих гравців (тих, які доходили до кінця гри і ввели своє ім'я і результат в базу даних). Тобто можна сказати, що дана гра дає гравцям можливість змагатися між собою за перше місце в таблиці, тим самим даючи відчуття себе чемпіоном, переможцем. А змагальний дух має дуже велике значення в online-іграх, дозволяючи більш зацікавити користувача і змусити грати в гру знову і знову, постійно покращуючи свій результат.

Для доступу до бази даних, а також для управління даними, які там містяться, використовується програма PhpMyAdmin. За допомогою цього інструменту можна редагувати, додавати та видаляти дані вручну, коли це дійсно потрібно адміністратору ресурсу, а також слідкувати за статистикою у відповідних таблицях бази.

Отже, була розроблена online-гра, яка являє собою наглядний приклад роботи додатку в розважальній сфері Інтернету. Ця гра повністю працездатна і надає можливість любому гравцю у різних куточках світу, де є вихід в мережу Інтернет, грати в цю ігру, насолоджуватися гральним процесом і змагатися з такими же гравцями за попадання в таблицю найкращих результатів. Для того, щоб гра була спроможна приносити прибуток, достатньо буде ввести крім віртуальної валюти, реальну, тоді гравці будуть купувати ігрові інструменти за реальні гроші, а потенційні інвестори отримувати прибуток.

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доц., С.І. ЛППАНЧИКОВ, аспірант  
Криворізький національний університет

## ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ НЕПАРАМЕТРИЧНОГО ДУАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА НА ПРИКЛАДІ ОБ'ЄКТА ПЕРШОГО ПОРЯДКУ

В умовах сучасного виробництва постійно існує необхідність у постійному вдосконаленні існуючих підходів до складання моделей об'єкту керування. У даній роботі пропонується застосування непараметричного підходу до складання математичної моделі.

У роботі [1] приведено опис основних принципів непараметричних систем керування. У [2] описано деякі основні аспекти синтезу непараметричних регуляторів. Але, в обох джерелах для синтезу керуючого впливу на об'єкт керування (ОК) використовувалися рівняння певного типу. Основи концепції непараметричного (дуального) керування були вперше викладені проф. А.А.Фельдбаумом ([3,4]).

У даній роботі поставлена задача продемонструвати на чисельних прикладах досить високу ефективність непараметричного дуального алгоритму регулювання, ідея якого була представлена у роботах [5,6].

У даній роботі пропонується застосування непараметричної системи керування, основою для роботи якої є матричний підхід. При цьому керуючий вплив пропонується отримати шляхом застосування виразу, елементами якого є безпосередньо значення технологічних змінних. Для прикладу було обрано простий об'єкт керування – систему з одним входом та одним виходом. Пропонована концепція полягає в виконанні наступних дій:

Знімаються дані технологічних змінних: вхідних (керуючих) дій -  $U$  та вихідних -  $X$  з деяким обраним періодом дискретизації  $dt$ .

Складається матриця входів-виходів у вигляді

$$\begin{matrix} X[n+1] & X[n] & U[n] \\ X[n] & X[n-1] & U[n-1] \\ X[n-1] & X[n-2] & U[n-2] \end{matrix},$$

де  $X[n+1]$ ,  $X[n]$ ,  $X[n-1]$ ,  $X[n-2]$  – значення змінної  $x$  на відповідних кроках (інтервалах);  $U[n]$ ,  $U[n-1]$ ,  $U[n-2]$  – значення змінної  $u$  на відповідних кроках (інтервалах)

Тут слід зауважити, що розмірність матриці та крокова глибина (кількість кроків, на яких знімаються дані  $X$  та  $U$ , що записуються в матрицю), може варіюватись: для кожної окремої системи є сенс робити підбір розмірності матриці у відповідності з рівнем складності (нелінійності, нестационарності) об'єкта керування. Однак, надто великий об'єм робочої вибірки може привести до накопичення старих даних в матриці, що призведе до зниження якості керування та підвищення похибки обчислень.

3. Шляхом виконання матричних перетворень (зведення до трикутного вигляду, переставлення рядків, стовпців, множення елементів рядків на коефіцієнти тощо) виводиться формула залежності

$$U[n+1] = f(U[n], U[n-1], U[n-2], X[n+1], X[n], X[n-1], X[n-2])$$

В даній роботі для прикладу було обрано об'єкт керування, що описується наступним рівнянням

$$X(i+1) = (1+adt) \cdot X(i) + b \cdot U(i) \cdot dt;$$

Керуючий вплив  $U$  було розраховано за наступної формулою

$$X(i) / ((X(i-2) \cdot X(i) - X(i-1) \cdot X(i-1)) \cdot X(i));$$

*Реакція системи на вхідні дії різного виду.* Для перевірки роботи алгоритму на вхід ОК було подано декілька сигналів різного виду (постійна величина, величина, що змінюється за трапецієподібним законом, параболічний сигнал другого і четвертого ступеню та експоненціальний сигнал) та розраховано відповідні середні значення відносних помилок.

Постійна величина (константа): 0%

Закон: 0.15718%

Квадратична парабола: 1.4232e-14%  
Парабола 4-го ступеню: 1.2944e-14%  
Експонента: 1.5802e-14%

### Список літератури

1. **А.В. Медведев** О теории неparamетрических систем управления / Медведев А.В. // Вестник Томского государственного университета: сб. науч. трудов – Томск: издательство Томского государственного университета. – Вып 22. – С. 6-19.
2. **А.А.Н. Пупков** К синтезу многоканального неparamетрического регулятора многомерных линейных динамических систем / Пупков А.Н. // Вестник Томского государственного университета: сб. науч. трудов – Томск: издательство Томского государственного университета. – Вып 22. – С. 20-24.
3. **А.А. Фельдбаум** Теория дуального управления - I / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 10. – С. 1240-1249.
4. **А.А. Фельдбаум** Теория дуального управления - II / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 11. – С. 1453-1453.
5. **Zhosan A.A.** Development of dual control algorithms by centrifugal ore disintegrator. Thesis for conferring scientific degree of master of technical on speciality 05.13/07 - «Automation of technological processes» - Krivoy Rog Technical University, 1998.
6. **Жосан А.А.** Концепція моделі динамічного об'єкта керування як потоку вхідних і вихідних даних. Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць, випуск 22, Кривий Ріг, 2008 (жовтень), стор. 154-157.

УДК 622.733-52

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доц., jaa2301@inbox.ru  
Криворожский национальный университет

## ОСОБЕННОСТИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Анализ показывает, что методы классической теории управления динамическими объектами практически полностью построены на предположении о линейности и стационарности динамических процессов как объектов управления. Основные методы исследования таких объектов: линейная алгебра, преобразование Лапласа и Фурье, корреляционный анализ, частотные методы. Однако на практике предположение о линейности объектов не всегда оправдано. Как выход из положения применяют метод линеаризации для получения модели, порядок которой выбирается иногда интуитивно или на основе предыдущего опыта. Такой подход вполне обоснован, но полученные модели с определенной точностью могут быть использованы в ограниченной области положения объекта управления. Статистический подход, строго говоря, является линейным аппаратом, к тому же требующим подчас огромного количества данных, что приводит к известной проблеме "устаревания данных". В этом отношении интересны высказывания таких ученых как Р. Калман, Л.С., А.Н. Колмогоров, Л.С. Понтрягин, приведенные в работе. Кроме того, даже формально линейные объекты часто не стационарны и описываются линейными дифференциальными уравнениями с переменными параметрами, закон изменения которых установить проблематично. Еще сложнее проблема определения модели нелинейных нестационарных объектов. Нелинейные характеристики часто изменяются уже в процессе их экспериментального определения. В качестве примера можно привести процессы дезинтеграции рудного материала как объектов управления. Неучет нестационарности нелинейных характеристик часто приводит к вынужденному простою или преднамеренному снижению его производительности. При классическом подходе обычно определяют параметры модели объекта управления и их численные значения приравнивают к параметрам регуляторов. Такой подход при получении моделей называют параметрическим. К недостаткам такого подхода следует отнести: неправомерность приравнивания параметров модели и регулятора (постоянная времени объекта, например в приводе на прокатном стане, а равная ей константа в регуляторе – это число в ячейке памяти компьютера). Проблема еще в том, что полученную модель применяют во всей области допустимых состояний объекта, в то время как она получена на ограниченном его подмножестве.

Актуальною проблемою є розробка нових методів отримання моделей динамічних моделей з невідомими параметрами та структурою без спеціальних тестуючих дій. До них належать дуальні та близькі до них непараметричні методи. У роботі поставлено завдання показати приклад дуальної непараметричної моделі, та її можливості прогнозу перехідного процесу в нелінійному динамічному об'єкті, параметри якого невідомі та змінюються таким чином, що стійке та нестійке поведіння може змінюватися непередбачуваним чином.

Перевагою дуальної непараметричної моделі динамічного об'єкта є простота алгоритму реалізації, високий рівень нечутливості до змін параметрів. Можливість на їх основі створювати регулятори, здатні в певній мірі керувати нестійкими станами без будь-яких змін алгоритму роботи, вимірювання параметрів об'єкта, знання фізичних законів функціонування.

Чисельне дослідження дало достатньо стійкі результати. При цьому не виникло потреби в визначенні параметрів об'єкта управління. Крім того, модель автоматично оновлюється на кожному інтервалі дискретності без втручання в ход процесу.

Представлений підхід може бути застосований для отримання моделей процесів в багатотехнологічній технології. В цьому випадку визначення параметрів моделі практично дуже ускладнено. Наприклад, проблеми оперативного обліку зносу футеровки, зміни властивостей матеріалу, поступаючого на переробку не вирішені.

УДК 62-503

С.І. ЛІПАНЧИКОВ, аспірант, Криворізький національний університет

### **ЧИСЕЛЬНА ПЕРЕВІРКА АКТУАЛЬНОСТІ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖ ТА НА ОСНОВІ ДУАЛЬНОГО ПІДХОДУ**

Як відомо, в сучасних умовах виробництва постійно постає необхідність в складанні все більш точних та адекватних моделей об'єкта керування (ОК). Більшість існуючих підходів ([1]) в теперішній час в своїй основі мають використання певних параметрів об'єкта керування. Але переважна більшість реальних технологічних процесів є нестационарними, отже під час їх протікання технологічного процесу параметри об'єкта змінюються.

За цієї причини аргументованим є використання непараметричних моделей ОК. Одним з найбільш універсальних та популярних підходів до виконання цієї задачі є використання нейромережі ([2-4]). Однак, як відомо, перед використанням нейромережі необхідно провести її навчання. Це є одним з недоліків нейронної мережі.

В [5-7] приводяться теоретичні засади до складання непараметричних моделей об'єкта керування. В [8,9] приведено опис підходів до складання непараметричних дуальних моделей об'єкта керування, що ґрунтуються на обробці безпосередньо даних технологічних змінних.

В даній роботі поставлено завдання порівняти роботу нейрорегулятора та регулятора на основі концепції дуального підходу при роботі на реальних чисельних технологічних процесу. Обидва типи регуляторів розраховані на роботу з двома вхідними діями та однією вихідною.

Для виконання поставленої задачі було використано БД технологічних параметрів роботи подрібнюючого агрегату (млина): подача руди, води та споживана потужність. В якості вхідних (керуючих) дій для обох випадків було обрано подачу руди та подачу води, в якості вихідного параметру було обрано показник споживаної потужності.

Нейро- та дуальні підходи було використано для розрахунку значень вхідних дій з подальшим порівнянням розрахованих значень з реальними даними БД. Вихідний параметр (споживана потужність) було використано як змінну, на якій проводиться навчання нейромережі та параметр, на основі якого проводиться розрахунок керуючих дій при використанні дуального підходу.

**Результати.** В якості результатів наведемо порівняльну таблицю помилок при прогнозуванні значень вхідних дій за допомогою нейромережі та дуального підходу.

	Відносна помилка, %			
	для кер. впливу 1		для кер. впливу 2	
	максимальна	середня	максимальна	середня
Нейромережа	12.1053	6.9343	5.6846	1.6229
Дуальний підхід	9.449	5.6893	4.3523	0.84478

**Висновки.** Отже, проаналізувавши роботу нейромережі та дуального підходу для заданих двох входів та одного виходу та порівнявши результати їх роботи, можна дійти висновку, що система на основі дуального підходу має дещо кращі результати, але виграш в часі, що затрачується на реалізацію пропонованого алгоритму є значним, адже перед застосуванням НМ її необхідно навчити на вибірці. У зв'язку з цим в описаному випадку доцільніше використовувати дуальний підхід.

#### Список літератури

1. Прокофьев Е.В. Автоматизация обогатительных фабрик / Прокофьев Е.В. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 121с.
2. Применение систем искусственного интеллекта в металлургической промышленности [Электронный ресурс] // Портал магистров ДонНТУ: [сайт]. [2003] URL: <http://masters.donntu.edu.ua/2007/kita/nasadyuk/library/art6.htm> (дата обращения 22.12.2013)
3. Главный миф о нейронных сетях – сверхприбыльность [Электронный ресурс] // Статьи по автоматическому трейдингу и оптимизации стратегий [сайт]. [2010] URL: <http://www.mql5.com/ru/articles/525>
4. О частой неадекватности обученных нейронных сетей и сделанных по ним выводов [Электронный ресурс] // NeuroPro [сайт]. [2013] URL: <http://www.neuropro.ru/memo12.shtml>
5. А.В. Медведев О теории непараметрических систем управления / Медведев А.В. // Вестник Томского государственного университета: сб. науч. трудов – Томск: издательство Томского государственного университета. – Вып 22. – С. 6-19.
6. А.А.Н. Пупков К синтезу многоканального непараметрического регулятора многомерных линейных динамических систем / Пупков А.Н. // Вестник Томского государственного университета: сб. науч. трудов – Томск: издательство Томского государственного университета. – Вып 22. – С. 20-24.
7. А.А. Фельдбаум Теория дуального управления - II / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 11. – С. 1453-1453.
8. Zhosan A.A. Development of dual control algorithms by centrifugal ore disintegrator. Thesis for conferring scientific degree of master of technical on speciality 05.13/07 - «Automation of technological processes» - Krivoy Rog Technical University, 1998.
9. Жосан А.А. Концепція моделі динамічного об'єкта керування як потоку вхідних і вихідних даних. Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць, випуск 22, Кривий Ріг, 2008 (жовтень), стор. 154-157.

УДК 681.5

Є. С. КІРСАНЬ, аспірант, Криворізький національний університет

### КЕРУВАННЯ ДВОМА ЗОНАМИ ПЕЧІ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Останнім часом, для отримання точних даних про технологічний стан об'єкту (теплові, нагрівальні, плавильні і т.д.), використовують нейромережі та нейроконтролери або штучний інтелект. Дані методи керування та підтримання заданих режимів керування є досить продуктивним та мають досить велику сферу застосування. Однак, в цих системах є досить значний недолік. При використанні даних методів, для навчання системи на адаптивне керування об'єктом, доводиться робити значну кількість навчань системи, для того, щоб вона потім могла адекватно реагувати на зовнішні збурювачі та налаштовувати систему до тих значень та параметрів які були в неї закладені. Таких навчань системи може бути від декількох сотень, до декількох тисяч.

Судячи з цього, системи що розроблені, є доволі продуктивними, але не досить простими у використанні. Проблема пов'язана зі значною кількістю параметрів, які враховуються для налаштування системи керування та теплотехнічні параметри об'єкту та матеріалів, що оброблюються. Враховуючи це, можна зробити висновок, що в залежності від того як зміняться певні параметри, доведеться робити повторне перенавчання системи. Таким чином системи не гнучкі до змін, що вносяться в об'єкт та технологічний процес нагріву.

Отримання глобальної моделі керування для таких об'єктів є досить складним процесом, так як треба вирішувати рівняння високих порядків. В останній час, особливий інтерес мають розробки методів отримання моделей систем з розподіленими параметрами, котрі не потребують в якості початкових, данні о геометричних та фізичних параметрів печі та властивостях оброблюваного матеріалу.

Для виключення даних проблем, було використано принцип дуального керування сформований А.А. Фельдбаумом [1-2].

В роботі [3] приведений алгоритм роботи дуального регулятора, основна ідея якого, заключається в формуванні розширеної матриці. Обробка цієї матриці по даному алгоритму, дозволяє врахувати керуючий вплив.

Були проведені порівняння по якості керування тепловими об'єктами з розподіленими параметрами за допомогою нейромережі та дуального регулятора [4], та прийшли до висновку, що дуальний регулятор досить добре вираховує керуючі впливи з малою похибкою, що складала ~2%. Були зроблені експерименти по керуванню однією зоною печі з розподіленими параметрами та приведені результати по даному методу керування [5]. Дану концепцію було розширено для керування двома зонами печі. Після проведення експериментів, дійшли висновку, що дана концепція та регулятор, виконує свою роботу в повній мірі. Для даного регулятора не потрібно знати параметри об'єкту керування та матеріалу що завантажуються. Потрібно, щоб теплотехнік лише виставляв потрібні температурні значення по зонам. Кількість навчань даного регулятора досить мала і складає в середньому 6 кроків. Таким чином, можна зробити висновок, що дана концепція має свої переваги перед нейромережами.

#### *Список літератури*

1. **Фельдбаум А.А.** Теория дуального управления - I / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 10. – С. 1240-1249.
2. **Фельдбаум А.А.** Теория дуального управления - II / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 11. – С. 1453-1453.
3. **Жосан А.А.** Разработка алгоритмов дуального управления центробежным дезинтегратором руд / Жосан А.А. // Дис. канд. техн. наук: 05.13.07 / Криворожский технический ун-т. - Кривой Рог, 1998. - 127л. - Библиогр.: л. 104-110.
4. **Жосан А.А., Кірсань Є.С.** Вісник КНУ, // Нейрорегулятор чи дуальний регулятор? – Випуск 33, Кривий Ріг 2012 – С. 194-199.
5. **Жосан А.А., Кірсань Є.С.** Вісник КНУ, // Управление зоной печи с распределенными параметрами, с помощью регулятора, основанного на концепции дуального управления. – Випуск 35, Кривий Ріг 2014

УДК 621.181.124

Л.И. ЕФИМЕНКО, М.П. ТИХАНСЬКИЙ, кандидаты техн. наук, доц.  
Криворожский национальный университет

## **ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМ ЛЕНТОЧНЫМ КОНВЕЙЕРОМ ПО ЕГО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ**

Новые возможности в работе и использовании системы диагностирования и прогнозирования появляются при эксплуатации ленточного конвейера, снабженного регулируемым приводом и автоматической системой управления режимами транспортирования. Применение новых методов диагностирования и прогнозирования технического состояния оборудования позволяет повысить эффективность работы ленточного конвейера.

При прогнозировании технического состояния конвейера необходимо определить значение диагностического параметра узла и, остаточный ресурс узла по этому параметру в некоторый момент времени. На этих принципах разработаны алгоритмы определения использованного и остаточного ресурса основных элементов.

На основании алгоритмов определения технического состояния основного оборудования, использованного и остаточного ресурса и принципов прогнозирования, разработана функциональная схема автоматизированной системы диагностики. Она отличается от существующих схем тем, что кроме определения текущего состояния определяет наиболее изношенный элемент конвейера, что является важным для организации планово-предупредительного ремонта и текущей эксплуатации механизма под срок ремонта, так как, зная нагрузки, действующие на этот элемент, можно продлить срок его службы, а значит, и всей установки. То есть, на основа-

нии технического состояния оборудования можно формировать принципы управления ленточным конвейером. Появилась необходимость определить зависимости изменения нагрузок на элементы оборудования и диагностических признаков механизмов конвейера от режимов работы конвейера.

Известно, что, изменяя режимы транспортирования, можно уменьшить повреждаемость элементов конвейера, т.к. изменение скорости транспортирования, уровня загрузки, величины натяжения, тягового усилия во время запуска грузевого конвейера снижает нагрузки, оборачиваемость ленты и роликов. Направленное рациональное регулирование режимных параметров позволяет снижать нагрузки в экстремальных ситуациях. Например, при появлении продольного или поперечного разрывов ленты, повышении температуры подшипниковых узлов редуктора или двигателя, обрыв части футеровки барабана, снижение скорости транспортирования позволит доработать до конца смены и во время профилактического ремонта принять экономически выгодное решение.

Управление рациональное по техническому состоянию узлов конвейера предполагает автоматический выбор приоритетного узла, по состоянию которого будет изменяться скорость транспортирования, натяжение ленты, величина загрузки, распределяться тяговое усилие между барабанами. В качестве примера рассмотрим конвейерную ленту, как наиболее дорогостоящий и наименее надежный элемент. Известно, что интенсивность износа конвейера определяется выражением

$$I = 0,92 P_n^{1+0,11 t_p} \cdot E^{0,89 t_p^{-1}} \cdot (f \sigma_o^{-1})^{t_p},$$

где  $E, f, \sigma$  - параметры ленты;  $P_n$  - номинальная нагрузка.

Из данного выражения видно, что износ ленты нелинейно зависит от нагрузки, значит, снижение нагрузки без ущерба экономическим показателям увеличит остаточный ресурс ленты. Износ футеровки барабана, нерабочей обкладки ленты и обечайки роликов особенно интенсивно происходит во время запуска конвейера.

Анализ пусковых режимов позволяет установить, что запуск действующих ленточных конвейеров осуществляется в основном: поддержанием приблизительного постоянства момента приводного двигателя либо ускорения приводного барабана. При этом возникают большие динамические усилия в ленте, превышающие в два и более раз нагрузки в установившемся режиме. Запуск конвейера под нагрузкой сопровождается обычно рывками и пробуксовками, которые приводят к разрушению стыковых соединений ленты и интенсивному износу футеровки барабана и нижней обкладки ленты. Это объясняется нерациональностью существующих пусковых режимов, отсутствием контроля за натяжением ленты. В режиме с постоянным ускорением приводного барабана конвейера максимальное окружное усилие значительно превышает окружное усилие в фазе разгона, происходит скачек в момент перехода от фазы трогания к фазе разгона. В конце фазы трогания окружное усилие и натяжение ленты в точке набегания на приводной барабан всегда достигают экстремальных значений, существенно превышающих соответствующие величины в фазе разгона и в установившемся режиме работы. При этом время износа ленты и футеровки барабанов, деформации стыков, появляются интенсивные колебания тягового органа, разрушающие ролики, подшипники.

Наличие этих явлений вызвало необходимость разработки алгоритмов автоматического запуска конвейера с учетом технического состояния ленты и наличия груза на ней, обеспечивающих плавный запуск со снижением нагрузок. Разработанный алгоритм формирования закона управления тяговым усилием решает поставленные задачи, при этом ускорение по участкам рассчитывается с учетом наличия материала на конвейере, грансостава груза (т.е. наличия крупных кусков) и интенсивности стирания ленты. Моменты приводного двигателя в фазах трогания и разгона зависят от этих факторов. Представляется необходимым во время фазы трогания снижать пусковой момент приводного двигателя по сравнению с периодом разгона. Это уменьшает нагрузки на ленту, ролики, а значит, и их износ. Скорость движения ленты, имеющей определенный износ и другие повреждения, также имеет большое влияние на развитие этих повреждений. Снижение скорости транспортирования во время увеличения нагрузки на ленту (груз повышенной крупности) или наличие прогрессирующего развития дефекта типа разрушение кромки или "дыр" в обкладке, позволяет увеличить работоспособность, остаточный ресурс, повысить коэффициенты надежности, в частности, коэффициент технического использования.



Таким образом, появилась возможность рационального управления режимом работы ленточного конвейера в зависимости от технического состояния его узлов и механизмов. Авторами предложены принципы построения автоматизированной системы и алгоритмы управления приводом конвейера, отличающиеся тем, что учитываются как текущее, так и прогнозируемое состояние основных составных элементов конвейера.

Для реализации предлагаемой системы управления авторами был разработан ряд способов и устройств диагностики технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса ленты, роликов, двигателя, подшипников, позволяющих создать оригинальный блок определения технического состояния и прогнозирования, выполняющий не только определение дефекта, но и устанавливающий географическое его местоположение. По сигналам с блока определения технического состояния и разработанным алгоритмам происходит формирование режимов работы конвейера. Эксплуатация оборудования с режимами, выбранными с учетом указанных факторов, позволяет повысить показатели надежности работы всей установки.

В связи с повышением уровня информационной обеспеченности процесса управления, что определяет комплексную автоматизацию конкретных задач, активным развитием новых методов исследования и диагностики, а также внедрении современной отечественной и зарубежной аппаратуры, вопросы, рассмотренные в работе, требуют дальнейшего развития.

УДК 621.181

А.М. ТИХАНСЬКА, викладач

Криворізький державний комерційно-економічний технікум

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВНЗ**

Однією з найбільш актуальних проблем в системі сучасної освіти є проблема впровадження інноваційних педагогічних технологій.

Як свідчить довідкова література, у перекладі з грецької мови "інновація" означає оновлення, новина, зміна. Використання цього поняття відомо з XIX століття в техніці, при введенні деяких елементів однієї галузі в іншу.

Інновацією в освіті позначають процес створення, поширення й використання нових засобів (нововведень) для розв'язання тих педагогічних проблем, які досі розв'язувались по-іншому. Визначення цього поняття не є єдиним.

Сучасний педагог повинен знати та використовувати педагогічні інновації при роботі зі студентами. Лише при цій умові він зможе досягнути найбільшої якості викладання, зможе зацікавити студентів. Адже на відміну від традиційної освіти, яка мала за мету дати тільки визначений об'єм інформації по певним дисциплінам, пояснити та показати як треба поводитись в певній ситуації, сучасна освіта ставить перед собою набагато важливішу задачу. А саме вивести студентів на більш високий рівень компетентності, підготовленості і професіоналізму.

У Криворізькому державному комерційно-економічному технікумі запровадження інноваційних освітянських технологій спрямовано на:

перехід від педагогічного традиціоналізму до нових форм і методів навчання, орієнтованих на формування творчої особистості;

посилення мотивації студентів до самостійної роботи з метою поглиблення знань і здобуття вмінь і навичок;

підвищення творчої активності студентів під час аудиторних занять;

забезпечення наскрізної комп'ютеризації навчального процесу;

розробку інтерактивних комплексів навчально-методичного забезпечення дисципліни (ІКМЗД).

Серед інноваційних технологій, які набули поширення, можна виділити дев'ять видів, а саме: особистісно-орієнтовані технології; нові інформаційні технології; модульно-рейтингові технології; технології розвитку творчості; ігрові технології; діалогові технології; проектні технології; технології цілепокладання та життєтворення; тренінгові технології.

Для успішного втілення інноваційних технологій необхідно:

досконало вивчити конкретну інновацію й прийняти її особисто;  
зважити доцільність використання її в роботі з дітьми різних вікових груп;  
створити комфортні умови для її реалізації в практичній роботі ВНЗ.

Сучасні педагоги повинні зрозуміти, що велике значення при розробці та застосуванні інноваційних технологій навчання має системність.

Адже тільки тісний взаємозв'язок між усіма елементами навчального процесу, а також впровадження інноваційних технологій в усіх формах навчання, в усіх дисциплінах підвищить рівень керованості навчального процесу, якість навчально-методичного забезпечення, рівень знань та зацікавленості студентів.

Нові тенденції яскраво проявляються в технологіях проведення аудиторних занять (лекцій, практичних, семінарів, лабораторних).

Наприклад, лекційні заняття можна проводити за трьома варіантами:

традиційне читання з візуальним супроводженням (зниження витрат часу на 8-10 %);

інтенсивне читання з використанням опорного конспекту та візуального супроводження (зниження витрат часу на 40-50 % порівняно з традиційною лекцією);

консультативно-проблемне читання з опорним конспектом і візуальним супроводженням на основі самостійного вивчення студентом розділу (теми) курсу (зниження витрат часу на лекції на 60-70%).

Крім того можливі варіанти нестандартних форм роботи:

лекції й семінарські заняття зі зміненими способами організації (лекція-парадокс, семінарське заняття - захист знань, захист ідей, лекція вдвох, лекція-зустріч);

лекційні заняття, які спираються на фантазію викладача й студента (лекція - творчий звіт, лекція „дивне - поруч”, лекція-портрет, лекція-бенефіс).

Щодо технологій проведення семінарських занять:

традиційна форма проведення з елементами інновацій (з використанням навчальних тестів в комп'ютерному варіанті; рольових ігор; бліц-розминка);

семінари-дискусії (проблемні), Брейн-ринги, наукові семінари;

семінарські заняття, які передбачають трансформацію стандартних способів організації (парне опитування, експрес-опитування, семінар-залік, захист оцінки, підсумкова співбесіда).

семінари за принципом самоорганізації студентів.

Саме інноваційні програми й інтерактивні методики, покликані формувати в майбутніх фахівців самостійність, професійну компетентність, творчу активність.

Такі форми роботи передбачають введення пошукових, дослідницьких, евристичних і т. ін. методів навчання. Вони можуть бути використані фрагментарно, через уведення в лекційне заняття або бути методичною основою лекції чи семінарського заняття в цілому.

Впроваджуючи інноваційні технології у Криворізькому державному комерційно-економічному технікумі пам'ятають і про необхідність вдосконалення і осучаснення інформаційних ресурсів:

підготовка та видання сучасних науково-методичних розробок (підручників, навчальних посібників, опорних конспектів), а також створення комп'ютерних підручників, інформаційно-довідкових систем за напрямками підготовки спеціалістів;

систематичне поновлення сучасного літературного фонду підпискою періодичних видань;

відкриття доступу викладачам і студентам до інформаційних ресурсів через глобальну мережу Internet.

### *Список літератури*

1. **А. Добридень.** Використання інноваційних технологій у практичній роботі сучасного педагога / Проблеми підготовки сучасного вчителя № 6(Ч. 1), 2012
2. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ;[гол. ред. В. Г. Кремень]. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
3. **Єрмаков І.Г.** Нова школа нової України на зламі століть // Психологія і педагогіка життєтворчості. – К.: ІЗМН, 1996. – С.21.
4. **Нісімчук А.** Сучасні педагогічні технології / **А. Нісімчук, О. Падалка, О. Шпак.** – К 2000. – 368 с.
5. Педагогічний словник / За ред. Л.Даниленко. – К.: Логос, 2001. – 185с.

В.С. МОРКУН, д-р техн. наук, проф. А.В. ПИКИЛЬНЯК, аспирант  
Н.С. ПОДГОРОДЕЦКИЙ, канд.техн. наук, доц. Криворожский национальный университет

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ В НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ МЕТОДОМ РАССЛОЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ (K-SPACE)

Для осуществления контроля основных технологических параметров и автоматического управления технологическим процессом обогащения полезных ископаемых, важной задачей является контроль параметров сложных гетерогенных сред, включающих твердую, жидкую и газовую фазы.

Ультразвуковые колебания представляют собой периодические возмущения состояния упругой среды, характеризующиеся изменением ее физических свойств, происходящим синхронно с возмущением. При распространении ультразвука колебания локального объема среды передаются соседним участкам посредством упругих волн, характеризующихся изменением плотности среды в пространстве и переносящих энергию колебаний. Основные соотношения, описывающие ультразвуковые колебания и волны в среде, следуют из уравнения состояния среды, уравнения движения Ньютона и уравнения неразрывности [1-3]. Результатом являются уравнения волнового типа, которые могут быть решены при соответствующих начальных и граничных условиях.

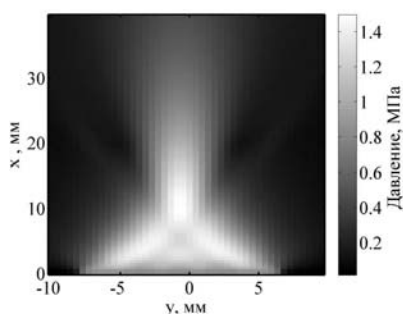
При распространении акустических волн в жидкости происходят необратимые потери энергии, которые обусловлены внутренним трением (вязкостью) и, в определенной степени, теплопроводностью среды.

Наличие частиц твердой фазы и газовых пузырьков вносит определенные особенности в процесс затухания и рассеяния энергии ультразвуковой волны.

Целью исследования является моделирование процесса распространения ультразвуковых волн в случайно- неоднородных гетерогенных средах, включающих твердую, жидкую и газовую фазы.

Смоделируем распространение поля ультразвукового давления в гетерогенной среде с использованием программно-технических средств пакета *k-Wave toolbox* (Matlab) на основе метода расслоенного пространства [4,5].

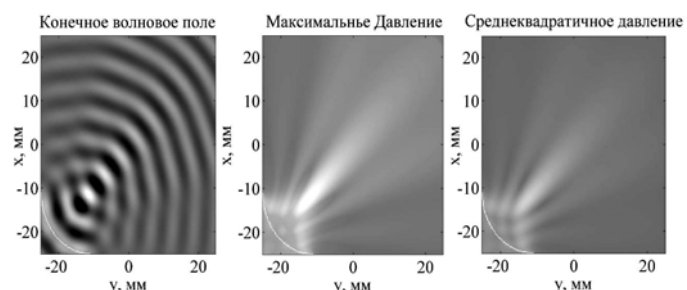
На рис. 1 показаны результаты распространения ультразвуковой волны через гетерогенную среду. В градациях серого показано распределение поглощения центрального среза в качестве фона, и распределение квадрата давления на поверхности этого фона.



кус преобразователя и боковые лепестки отчетливо видны.

**Рис. 1.** Диаграмма направленности луча на основе зарегистрированного максимума давления

На рис. 2 показано конечное поле давления *a*, максимальное давление *b* и среднеквадратичное давление *в* пучка. Фо-



**Рис. 2.** Распространение ультразвуковой волны в гетерогенной среде: *a* - конечное поле давления, *b* - максимальное давление, *в* - среднеквадратичное давление

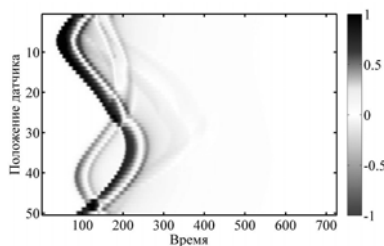


Рис. 3. Форма основного волнового фронта

**Выводы.** Для построения модели ультразвукового поля в случайно-неоднородной среде использован метод расслоенных пространств, что позволило увеличить точность оценки параметров поля.

#### Список литературы

1. Кочура Е.В. Автоматизация контроля качества усреднения сырья перед его обогащением//Обогащение руд, 1995. - № 6. – С. 41-43.
2. Morkun V.S. Ultrasonic control of random heterogeneous mediums parameters//Non Destructive Testing'92. – Amsterdam: ELSEVIER, 1991. – P. 989-993.
3. V. Morkun. Iron ore beneficiation processes optimization / [V. Morkun, S. Goncharov, A. Pikilnyak, A. Krivenko].- ТЕКА. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, 2012.- Vol. 12.- №.4.- P.162-166
4. Tabei M., Mast T. D., Waag R. C. A new k-space method for coupled first-order acoustic propagation equations//Journal of the Acoustical Society of America (submitted), 2001.
5. <http://www.k-wave.org/>

УДК 621.926:34.16

В.М. РАДИОНОВ, аспирант, Криворожский национальный университет

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Определяются основные направления для разработки способа и системы управления гидроциклоном с позиций повышения энергоэффективности обогатительного передела.

**Ключевые слова:** гидроциклон, способ и система управления.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Снижение затрат различных видов ресурсов, при сравнительно высоком уровне энерго- ресурсоемкости ГМК Украины, один из самых приоритетных ориентиров, учитывающихся при разработке систем автоматического управления технологическими процессами. Для обеспечения высоких технологических показателей необходимо использовать современные методы, перспективные средства информационного обеспечения при разработке эффективных способов и систем управления.

**Анализ исследований и публикаций:** В работе [1] проведено теоретическое исследование структуры течения и особенности движения дисперсной фазы в закрученных потоках и моделирование процессов в гидроциклоне.

В работе [2] рассмотрена возможность применения ультразвуковых информационно-измерительных систем, для более полного информационного обеспечения адаптивной системы управления процессами классификации.

В работе [3] рассмотрен способ управления гранулометрическим составом гидроциклона с использованием ультразвуковых средств воздействия и контроля.

**Задачей исследований** является анализ направлений повышения качества и быстродействия систем управления сложными динамическими объектами.

**Основные моменты исследования:** Ультразвуковые(УЗ) средства воздействия и контроля состояния многофазных сред позволяют контролировать ранее не доступные измерению параметры. Построенные на их основе информационно-измерительные системы(ИИС) в плане их быстродействия, точности измерений, и количеству измеряемых параметров позволяют разрабатывать и проектировать качественно новые способы, и системы управления технологическими процессами обогатительного передела.

При разработке способа управления гранулометрическим составом слива гидроциклона пульпы, за основу приняты данные УЗ-ИИС о пространственном разделении частиц пульпы по параметрам крупности и плотности. Это пространственное перераспределение под действием высокоэнергетического ультразвука по своему характеру аналогично пространственному перераспределению под действием центробежных сил в гидроциклоне, что в свою очередь позволяет определить( по сути спрогнозировать) выходные параметры сепарации в каждый момент контроля входных параметров пульпы.

При проектировании системы управления, для определения основных принципов также необходимо учитывать возможности ИИС. Известно, что при сложной динамике объекта

управления, лучшими свойствами обладают системы с нелинейными принципами управления, основанные на УЗ моделях гидроциклона. В тоже время в режимах близких к установившихся, и в бифуркационных режимах, целесообразно ограничивать нижний порог качества управления, переходом на априорные математические или эмпирические модели.

Сложность проведения измерений внутри гидроциклона обуславливает актуальность векторного управления, на основе измерения входных и выходных параметров с возможностью идентификации параметров состояния объекта регулирования.

**Выводы.** Построение системы управления гидроциклоном с применением нелинейных регуляторов и принципов векторного управления на основе УЗ-ИИС позволит реализовать более эффективное управление гранулометрическим составом выходного продукта, в соответствии заданным критериям эффективности.

#### Список литературы

1. **В.С. Моркун, В.М. Радионов** Моделирование процесса классификации железорудной пульпы в гидроциклоне с учетом ее физико-механических характеристик. –Вісник КНУ, Кривий Ріг, 2012. - Вип. 33. - С.48-53.
2. **В.С. Моркун, В.М. Радионов** Адаптивна САУ гідроциклоном на основі моделі розділення мінералів в ультразвуковому полі. –Вісник КНУ, Кривий Ріг, 2012. - Вип. 30. - С. 258-261.
3. **В.М. Радионов** Способ управления гранулометрическим составом выхода гидроциклона на основе средств ультразвукового воздействия и контроля. –Вісник КНУ, Кривий Ріг, 2014. - Вип. 37. - С. 235-239.

УДК 621.181.124

А.И. САВИЦКИЙ, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

## РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРНЫМ ТРАКТОМ

Просыпи с конвейерных лент являются одной из основных потерь при транспортировании, характеризующие неэкономичность процесса. Обусловлены они двумя основными причинами: просыпями от несогласования скорости смежных конвейеров и плохим центрированием грузопотоков при пересыпке с одного конвейера на другой. Для исключения просыпей при остановках и пусках была разработана система согласования смежных конвейеров [1].

Система согласования скоростей работает следующим образом (рис. 1). При подаче начального сигнала заданного значения скорости на все программируемые контроллеры (PLC1, PLC2, PLC3,), соответствующих каждому конвейеру, от центрального контроллера PLCM конвейер №3 начинает разгоняться, затем конвейер №2 и потом №1.

Посредством пускового устройства ПЧ1-ПЧ3 происходит начальный разгон электропривода каждого конвейера. При этом разница скоростей смежных конвейеров будет поддерживать в пределах 15-20 %. Когда конвейер №3 разгонится до номинального значения, тогда и конвейера №2 №1 разгонятся до номинальной величины. Если же грузопоток, поступающий на линию будет меньше проектного, то скорость линии устанавливается пропорционально величины этого грузопотока.

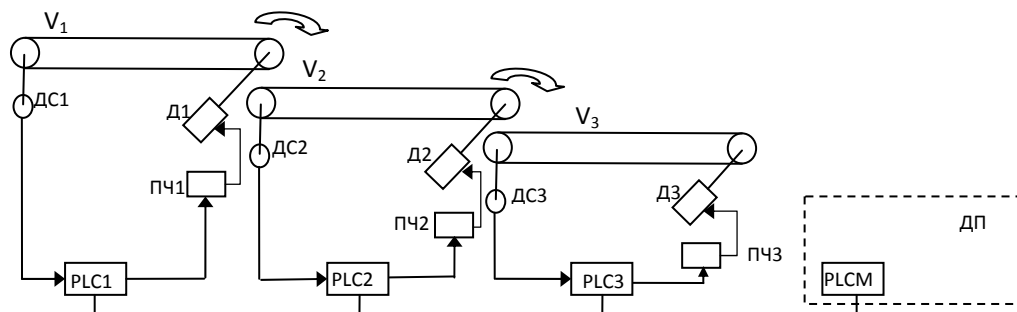


Рис. 1. Структурная схема управления линией

Управление конвейерной линией обеспечивает более точное согласование скоростей конвейеров в линии во время их пуска и торможения за счет приоритетного регулирования именно по критерию согласования скоростей смежных конвейеров. Отработка же системой регулиро-

вания задающего воздействия осуществляется после удовлетворения условий регулирования по критерию согласования скоростей.

Кроме того разработан алгоритм, что, при незагруженном предыдущем конвейере время пуска уменьшается за счет возможности одновременного запуска смежного, следующего за ним конвейера.

Реализация указанной системы: наиболее целесообразна на основе программируемых контроллеров, например, М-340 фирмы Шнейдер Электрик.

Применение указанных в этом разделе средств значительно уменьшает просыпи материала, составляющие от 0,5 до 7,0% производительности. Последняя цифра относится к транспортным средствам с высокой скоростью движения ленты – до 7 м/с, например на конвейерах роторных экскаваторов [2]. При этом естественно повышается экономичность транспортирования из-за уменьшения удельных затрат на этот процесс.

Математическая модель, применяемая для управления, позволяет определить интегральные оценки просыпи материала при остановке конвейеров в линии с разными моментами инерции.

По общепринятым показателям среднее число включений в смену составляет 5-7 раз. Попыток же включений из-за большого количества конвейеров в линии может оказаться в два-три раза больше. Поэтому даже если линия снабжена перегрузочными воронками, то вероятность работы смежных конвейеров с заполненной воронкой весьма высока. Все сказанное подтверждает актуальность применения этих, так называемых малых средств автоматики, для повышения экономичности транспортирования..

#### *Список литературы*

1. Устройство для управления конвейерной линией: А.с. 1095545 СССР, МКИ В 65 G 48/00 /В.М.Назаренко, А.И.Савицкий, Ю.Т.Калашников, В.П.Шолтыш, С.И.Крошка, В.А.Кизим (СССР).- №3503994; Заявлено 22.10.82; Опубл. 01.02.84. Бюл. №22.- 4 с.
2. Шендеров А.И., Емельянов О.А., Один И.М. Надежность и производительность комплексов горно-транспортного оборудования. – М.: Недра, 1976. – 247с.

УДК 658.26

В.Е. МОМОТ, канд. техн. наук, доц., О.Р. ТКАЧУК, магистрант  
Криворожский национальный университет

### **АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ТИПОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛО- ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Внедрение во всех отраслях промышленности энергосберегающих технологий ставит важнейшие задачи повышение энергетической эффективности производств централизованного тепло- водоснабжения.

Как показывают исследования [1], тепло полезно используется только на 30 % (с учетом ненормативных потерь тепла через ограждающие конструкции, потерь, связанных с несовершенством внутренних инженерных систем и др.), т.е. коэффициент энергетической эффективности существующей централизованной системы тепло-водоснабжения не превышает 0,3.

Наиболее высоким потенциалом энергосбережения обладают производственные механизмы, работающие в продолжительном режиме работы с изменяющейся производительностью, такие как насосы, вентиляторы, дымососы котельных установок суммарной установленной мощностью около 2 МВт и управление в ручном режиме.

В последние годы широкое развитие во всех отраслях получил регулируемый асинхронный электропривод на базе преобразователей частоты (ПЧ-АД), обеспечивающий экономию электроэнергии на 30 % и более [2]. Однако внедрение частотно-регулируемого электропривода должно быть технически и экономически обосновано, применительно к конкретным условиям с определением количественной оценки диапазона регулирования, технологических требований, энергетических и режимных характеристик.

Целью работы является анализ электропотребления и оценка эффективности регулируемых электроприводов дымососов, вентиляторов и сетевых насосов типовой районной котельной с шестью водогрейными котлами типа КВГМ.

Учитывая различную мощность электроприводов центробежных механизмов котельной, на первом этапе выполнен расчет долевого электропотребления исследуемых механизмов, из которых следует, что около 40 % электроэнергии потребляют сетевые насосы, 27,3 % - дымососы, 9 % - вентиляторы, остальные 23,7 % - питательные, рециркуляционные насосы, насосы сырой воды.

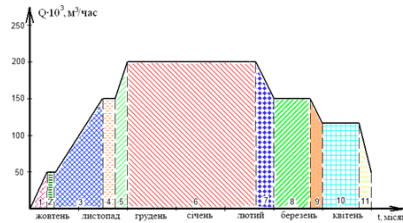


Рис. 1. Диаграмма расхода дымовых газов за отопительный период при механическом регулировании

На примере диаграммы расхода дымовых газов за отопительный период (рис. 1) при механическом регулировании, аэродинамической характеристики дымососа ДН-22-0,65 и паспортных данных приводного двигателя типа А4ДА304 мощностью 500 кВт, номинальной скоростью 1500 об/мин, определена потребляемая мощность дымососа в номинальном режиме (с учетом КПД дымососа и двигателя), которая составляет 343,7 кВт.

При этом за отопительный период 6 мес (4368 ч) интервалы времени составляют:  $t_1=120$  ч;  $t_2=120$  ч;  $t_3=624$  ч;  $t_4=120$  ч;  $t_5=120$  ч;  $t_6=1800$  ч;  $t_7=360$  ч;  $t_8=528$  ч;  $t_9=216$  ч;  $t_{10}=240$  ч;  $t_{11}=120$  ч.

Исходя из известных законов пропорциональности [3], рассчитывались значения скорости двигателя и потребляемая мощность  $P'$  при повышении производительности дымососа от 25 до 100 % и при снижении производительности от 100 до 25 %. Численные значения расчета потребляемой мощности и скорости приведены в табл. 1.

Таблица 1

Численные значения расчета потребляемой мощности							
$Q_{25\%}$		$Q_{50\%}$		$Q_{75\%}$		$Q_{100\%}$	
$n_{25\%} = (n_n Q_{25}) / Q_{100}$	$P'_{25\%} = P_{\text{потр}} / (n_n / n_{25})$	$n_{50\%} = (n_n Q_{50}) / Q_{100}$	$P'_{50\%} = P_{\text{потр}} / (n_n / n_{50})^3$	$n_{75\%} = (n_n Q_{75}) / Q_{100}$	$P'_{75\%} = P_{\text{потр}} / (n_n / n_{75})^3$	$n_{100\%} = n_n$	$P'_{100\%} = P_{\text{потр}}$
375 об/мин	5,37 кВт	750 об/мин	42,96 кВт	1125 об/мин	145,6 кВт	1500 об/мин	343,7 кВт

С учетом временных интервалов отопительного периода рассчитывался расход электроэнергии с регулированием производительности дымососа: с повышением и снижением  $Q$  в диапазоне 1:4 также в установившихся режимах.

При этом суммарный расход электроэнергии составляет  $\mathcal{E}_{\text{рег}}=90772,8$  кВт/ч, а расход электроэнергии без использования регулируемого электропривода дымососа будет равен:  $\mathcal{E}_{\text{н.рег}}=P_{\text{потр}} \cdot T=343,7 \cdot 4368=1527489$  кВт/ч.

Выполненный анализ электропотребления позволяет снизить расход электроэнергии и соответственно денежные затраты с использованием регулируемого электропривода только одного дымососа в 1,7 раза.

#### Список литературы

1. Шарипов А.Я. Энергоэффективные и энергосберегающие технологии в системе теплоснабжения жилого района. Энергосбережение №5/2001.
2. Радимов С.Н. Потенциал энергоснабжения наиболее широко используемых агрегатов и установок. Реализация потенциала средствами электропривода. «Экологические системы» №8, 2007.
3. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебн. для вузов. - М.: Энергия, 1980. - 360 с.

А. М. МАЦУЙ, канд.техн.наук, доц., В. О. КОНДРАТЕЦЬ, канд.техн.наук, проф.  
Кіровоградський національний технічний університет

### **МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПУЛЬПИ В ЗАВИТКОВОМУ ЖИВИЛЬНИКУ КУЛЬОВОГО МЛИНА, ЩО ПОДРІБНЮЄ ПІСКИ КЛАСИФІКАТОРА**

Піски двоспіральних класифікаторів подрібнюють в кульових млинах, які несуть основне навантаження і в яких не підтримується на заданому рівні розрідження пульпи, що приводить до значних збитків у рудопідготовці.

Встановлено, що пульпу необхідно готувати перед завантаженням її у кульовий млин, тобто знаходити співвідношення тверде/рідке доводиться у приймальному пристрої, фіксуючи усталені значення, наприклад, рівня середовища.

Дослідженнями встановлено, що зміна рівня пульпи в приймальному пристрої завиткового живильника являє собою стаціонарний випадковий процес, який відрізняється інтенсивністю в різних точках по ширині технологічного агрегату. Інтенсивність випадкового процесу зростає при зменшенні усталеного значення рівня пульпи. Параметри технологічного процесу найбільш доцільно контролювати в середній точці по ширині приймального пристрою. Повну інформацію про зміни параметрів рідини в приймальному пристрої несе реалізація, що відповідає половині оберту завиткового живильника. Випадковий процес має ділянки з незмінними значеннями пульпи, які придатні для ідентифікації співвідношення тверде/рідке. Тривалості таких ділянок скорочуються при зменшенні усталеного значення рівня пульпи. Ділянки незмінних значень не є строго фіксованими по довжині реалізації, що необхідно враховуючи при ідентифікації розрідження пульпи.

Проведені дослідження відкривають перспективу обґрунтування способу пошуку точки з незмінним значенням рівня пульпи на реалізації випадкового процесу і вибору типу перетворювачів, а також розробки засобів ідентифікації технологічних параметрів безпосередньо в приймальному пристрої завиткового живильника.

В.О. КОНДРАТЕЦЬ, канд. техн. наук, проф., О.М. СЕРБУЛ, канд. техн. наук, доц.,  
Кіровоградський національний технічний університет

### **СТОХАСТИЧНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РОЗРІДЖЕННЯМ ПУЛЬПИ В КУЛЬОВИХ МЛИНАХ З ЦИРКУЛЮЮЧИМ НАВАНТАЖЕННЯМ**

При подрібненні вихідної руди на збагачувальних фабриках найбільше розповсюдження отримали кульові млини, які працюють у замкнутому циклі з механічними спіральними класифікаторами. Розрідження пульпи в млинах не підтримується на необхідному рівні, що є причиною неефективного подрібнення твердого і великих перевитрат енергії та матеріалів.

Для керування розрідженням пульпи запропонована стохастична система, яка містить блок ідентифікації БІ регульованої величини за технологічними параметрами. Відпрацьовані підходи забезпечення високої точності таких систем можливо реалізувати лише у випадку їх лінійності. Нелінійним тут може бути блок ідентифікації БІ співвідношення. Оцінка степені нелінійності достатньо складна і значно ускладнюється для багатовимірних систем, а строга перевірка гіпотези лінійності відпрацьована практично лише для систем з однією вхідною і вихідною величинами і, як правило, вимагає проведення експерименту. Зважаючи на це, перевірку на лінійність здійснювали безпосередньо по виду статичних характеристик БІ. Перевірка показала, що БІ є нелінійним. За таких умов забезпечити необхідну точність визначення співвідношення тверде/рідке на вході у кульовий млин можливо лише впливом на характеристики випадкових процесів, тобто, фільтрацією сигналів перед подачею на вхід БІ. Особливо це стосується сигналів витратоміра пульпи у пісковому жолобі класифікатора та витратоміра вихідної руди.



Отримані результати досліджень відкривають перспективу розробки заходів фільтрації сигналів, що є випадковими процесами в даній системі, з метою забезпечення необхідної точності ідентифікації співвідношення тверде/рідке в кульовому млині.

УДК 658.011.56

А. М. МАЦУЙ, канд.техн.наук, доц., В. О. КОНДРАТЕЦЬ, канд.техн.наук, проф.  
Кіровоградський національний технічний університет

### **ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СПІВВІДНОШЕННЯ ТВЕРДЕ/РІДКЕ ПРИ ПОДРІБНЕННІ ПІСКІВ ДВОСПІРАЛЬНИХ КЛАСИФІКАТОРІВ**

При подрібненні пісків механічного двоспірального класифікатора кульовий млин несе основне навантаження, однак необхідне розрідження пульпи в ньому не витримується, що є причиною перевитрати електричної енергії, куль та футерівки.

Запропоновано систему ідентифікації співвідношення тверде/рідке у приймальному пристрої завиткового живильника, яка виконана у вигляді двох блоків – блока перетворювачів і блока обробки інформації.

Блок перетворювачів містить два однакових відкритих знизу і зміщених один відносно одного на 50 мм гідростатичних пристроїв висотою 600 мм і внутрішнім діаметром 98 мм, які сприймають тиск пульпи і слугують для визначення співвідношення тверде/рідке.

Тиск пульпи вторинними тензометричними пристроями САПФІР-22-М-ДИ2120 перетворюється в електричні сигнали, які поступають в блок обробки інформації.

Блок перетворювачів працює спільно з схемою керування, яка автоматично змінює їх положення, забезпечуючи вистоявання у робочому стані впродовж двох годин і у верхній точці над пульпою – впродовж 60 с.

Блок обробки інформації виконано на 16-розрядному мікроконтролері типу MSP430F1611PM, який містить вбудований 12-розрядний АЦП.

Схема керування, крім того, узгоджує роботу блока обробки інформації і блока перетворювачів. На панелі блока ідентифікації встановлено табло індикації значення співвідношення тверде/рідке в кульовому млині.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що відносна похибка системи в статичних умовах вимірювання складає  $\pm 2,54\%$ , а в динамічних –  $\pm 2,71\%$ , що дозволяє використовувати даний засіб ідентифікації співвідношення тверде/рідке в умовах рудозбагачувальних фабрик.

УДК 65.011.56: 622.7.05

В. В. ТРОНЬ, канд. техн. наук, Криворізький національний університет

### **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧЕ КЕРУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА**

Зростання обсягів виробництва гірничих підприємств посилює вплив техногенних процесів на навколишнє середовище і призводить до зростання ризику вичерпання невідновлюваних й відновлюваних ресурсів. У зв'язку з цим, особливої ваги набувають питання енергоефективного та ресурсозберігаючого керування гірничими об'єктами, що у свою чергу вимагає переходу на якісно вищий рівень організаційно-виробничих відносин з урахуванням еколого-економічних факторів.

Для досягнення і підтримання еколого-економічного балансу промислового регіону доцільно застосувати комплексний підхід до створення концепції ієрархічного керування еколого-економічними системами з урахуванням наявності власних інтересів гірничих об'єктів,

невизначеності й динамічності як зовнішніх впливів, так і параметрів гірничих об'єктів й характеристик перероблюваної сировини.

При цьому метою застосування екологічної складової є зменшення негативного впливу техногенних факторів на навколишнє середовище, а економічної – зменшення собівартості продукції за рахунок раціонального керування з урахуванням технологічних та організаційних процесів гірничих об'єктів.

Проте, розроблені на сьогодні критерії, моделі і методи керування потребують удосконалення шляхом врахування екологічних аспектів функціонування організаційно-технічних об'єктів гірничого виробництва.

Процес управління об'єктами гірничого виробництва розглянуто як багаторівневу ієрархічну взаємодію центра керування з одним або декількома об'єктами [1].

Показано, що доцільно розглядати систему, яка складається з трьох рівнів: технологічних підрозділів підготовки і збагачення залізорудної сировини (I), керівних структур гірничого об'єкту (II) та місцевих органів влади (III).

Оскільки критерії ефективності кожного із суб'єктів керування визначені на множині можливих результатів діяльності нижнього (I) рівня і залежать від його дій та зовнішніх впливів, то управління полягає у спонуканні об'єкта до вибору певних дій шляхом інституційного, мотиваційного та інформаційного впливів суб'єктом [2,3].

При формулюванні задачі керування такою організаційно-технічною системою було прийнято виконаною гіпотезу доброзичливості, згідно з якою об'єкт керування вибирає ту дію з множини раціонального вибору, яка є найбільш сприятливою для суб'єкту.

Одним із найважливіших параметрів, від якого залежить еколого-економічна ефективність діяльності об'єктів гірничого виробництва є обсяг виробленої продукції.

Проте, в умовах ринкових відносин обсяг продукції, частка корисного компонента, а також оптова ціна та інші характеристики продукції гірничих підприємств досить жорстко обмежені договірними зобов'язаннями підприємств перед споживачами, що не дозволяє суттєво знижувати шкідливі викиди у навколишнє середовище за рахунок зменшення обсягів виробництва.

Також необхідно враховувати, що більшість гірничо-збагачувальних комбінатів здійснюють переробку декількох технологічних різновидів руди.

Доповідь присвячена розгляду можливостей використання методів енергоефективного та ресурсозберігаючого керування організаційно-технічними об'єктами гірничого виробництва з урахуванням еколого-економічної моделі його розвитку.

#### *Список літератури*

1. Угольницький Г.А. Управление эколого-экономическими системами / Г.А. Угольницький. - М.: Вузовская книга, 1999. - 132 с.
2. Бурков В. Н. Основы математической теории активных систем / В.Н. Бурков. - М.: Наука, 1977. - 255 с.
3. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. - М.: МПСИ, 2005. - 584 с.

УДК 621.92.004.93

С.С. ДУБРОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, С.В. РЕБРОВА, викладач, Ю. ЗІНЧУК, студент  
Криворізький національний університет

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗРАЗКІВ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ НА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ**

Метою роботи є визначення впливу якості поверхневого шару зразків на результати експериментальних досліджень та можливості заміни реального експерименту комп'ютерним моделюванням. Виходячи з того, що експериментальні дослідження вимагають значних затрат, тому їх проведення відбувається в обмеженій кількості, результати експериментів мають бути якомога точнішими. Цей фактор і був головною проблемою досліджуваної теми.

В роботі розглянуто три основні напрямки в області дослідження втоми матеріалу: якісні методи, методи натурних випробувань з відтворенням експлуатаційних умов і кількісні методи з визначенням деформацій та напружень. Слід зазначити, що існує також самостійний напрям робіт, в яких проводиться дослідження впливу термічної втоми на інші службові характеристики

ки матеріалу. При цьому проводять попереднє термоцикування з подальшим «доламуванням» іншим навантаженням або навантаження діють одночасно. Розглянуті методи випробування регламентовано ГОСТ 25.502-79.

Розміри зразків стандартизовані (ГОСТ 25.502-79). Відповідно до ГОСТ 2789-73 шорсткість робочої поверхні зразків має бути Ra 0,16-0,32 мкм.

Робоча частина зразків має бути виготовлена не нижче, ніж по 7 квалітету точності. При цьому слід мати на увазі, що важливу роль відіграє спосіб досягнення такої чистоти. У межах наміченої серії випробувань технологія виготовлення зразків з однотипних металів повинна бути однаковою. Вирізка, маркування та виготовлення зразків не повинні суттєво впливати на втомні властивості вихідного матеріалу. Нагрів зразка при його виготовленні повинен бути мінімальним і не викликати структурних змін та фізико-хімічних перетворень в металі; зняття припусків на обробку, параметри режиму та послідовність обробки повинні зводити до мінімуму наклеп і виключати місцевий перегрів зразків при шліфуванні, а також тріщини й інші дефекти. Зняття останньої стружки з робочої частини зразків виконують з однієї установки зразка; задирки на бічних гранях зразків і у надрізів повинні бути вилучені. Точність вимірювання перерізу робочої частини стандартного зразка повинна бути не нижче 0,01 мм. Великий вплив на характеристики втомної міцності здійснює напрямок вирізання зразків. Зниження межі витривалості внаслідок вирізання зразків поперек волокна становить від 5 до 25%. Волокна, розташовані в поздовжньому по відношенню до осі зразка напрямку, не знижують опору втоми. Якщо ж волосовини розташовуються в поперечному напрямку, сумарне зниження межі витривалості може доходити до 50%.

Під час випробувань на міцність зразків з різною шорсткістю поверхневого шару, було виявлено, що їх міцність та фактична межа текучості в значній мірі залежать від якості поверхневого шару. Згідно з отриманими результатами експериментальних досліджень встановлено, що зміна шорсткості поверхневого шару в межах Ra 0,32-0,63 мкм здійснює зовсім незначний вплив на параметри міцності. Тому для зменшення економічних затрат на виготовлення зразків запропоновано виконувати робочі поверхні зразків з шорсткістю Ra 0,63 мкм. Проведення досліджень за допомогою комп'ютерного моделювання з використанням програмних продуктів Solid Works показало значне відхилення від отриманих експериментальних даних, та дозволяє зробити висновок, що САД-системи, на даний час, при розрахунках не враховують ні шорсткість, ні мінімальні зміни геометрії поверхні зразків. Виходячи з результатів досліджень, можна зробити висновок, що якість поверхневого шару деталей відіграє значну роль у забезпеченні міцності.

#### *Список літератури*

1. **А.В. Кузнецова, Т.Г. Ивченко** Повышение эффективности обработки деталей инструментами из сверхтвёрдых материалов на основе оптимизации режимов резания. ИНЖЕНЕР: Студенческий научно-технический журнал / Донецк: ДонНТУ. 2007. №8. - с. 55-57.
2. **С.Д. Базівський, В.Ф. Дмитришин** Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Підручник. – К.: Видавничий Дім “Слово”, 2006. – 504 с.
3. **В.Т. Трощенко, Г.В. Цыбанев, Б.А. Грязнов, Ю.С. Налимов.** Влияние состояния поверхности и контактного взаимодействия поверхности. К.: ИПП, 2009. – 664 с.

УДК 621.92.004.93

С.С. ДУБРОВСКИЙ, канд. техн. наук, С.В. РЕБРОВА, преподаватель  
Криворожский национальный университет

### **ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТАЛЕЙ**

Основные эксплуатационные свойства деталей машин - износостойкость, прочность, коррозионная устойчивость в значительной мере определяются состоянием их поверхностного слоя, определяемого технологией изготовления.

В современном производстве назначение и технологическое обеспечение параметров состояния поверхностей деталей недостаточно обосновано, что приводит либо к завышению требований и удорожанию машин, либо занижению требований и снижению надежности.

В настоящее время разработано большое количество технологических способов, значительно повышающих пределы ползучести, длительной прочности и усталости.

Эти технологические способы можно разделить на два вида: повышение качества поверхности и улучшению структуры материала.

Благодаря одному из них повышаются прочностные характеристики поверхностного слоя, благодаря другому материалу деталь упрочняется по всему объему.

Анализ разрушений деталей показывает, что большинство их начинается с поверхности.

Это можно объяснить высокой нагруженностью поверхности деталей, некачественным состоянием поверхностного слоя и коррозионной активностью среды.

Поэтому современное машиностроение выдвигает перед технологами задачу по выбору таких методов и режимов изготовления деталей, особенно отделочных операций, которые бы формировали качественный поверхностный слой с высокими структурно-механическими свойствами.

Рассмотрено влияние некоторых параметров, характеризующих поверхность, на долговечность деталей и технологические методы повышения долговечности.

Исследования, проводимые на образцах с разной шероховатостью, показали, что при увеличении шероховатости прочность снижается по определенному закону.

Шероховатая поверхность снижает долговечность деталей за счет концентрации напряжений в районе микро надрывов из-за более интенсивного процесса окисления.

При этом немаловажную роль играет не только величина шероховатости, но и ее спектр.

Определено что наибольшую опасность в отношении снижения долговечности представляют "высокие" гармоники неровностей поверхности (более 20 мкм), что необходимо учитывать в отделочных операциях при механической обработке поверхностей абразивным материалом.

Глубина и степень наклепа, величина, знак и характер распределения остаточных напряжений в поверхностном слое деталей зависит от технологических режимов их обработки, особенно на этапе окончательных операций, а также от физико-механических свойств, материала.

При нормальных температурах поверхностей применение поверхностного пластического деформирования с предшествующей лезвийной обработкой позволяет обеспечить повышение износостойкости и выносливости исходной поверхности детали в 2-3 раза.

Но с повышением температуры и времени наработки положительное влияние наклепа уменьшается.

Существует температурный порог положительного влияния наклепа на долговечность деталей, а величина температурного порога зависит от характеристик наклепа, материала и величины нагрузки.

**Вывод.** Исследование влияния параметров состояния поверхностного слоя на усталостную прочность свидетельствует о том, что одним из резервов повышения усталостной прочности деталей является совершенствование параметров именно поверхностного слоя деталей.

#### *Список литературы*

1. **А.В. Кузнецова, Т.Г. Ивченко** Повышение эффективности обработки деталей инструментами из сверхтвердых материалов на основе оптимизации режимов резания. ИНЖЕНЕР: студенческий научно-технический журнал// Донецк: ДонНТУ. 2007. №8. - с. 55-57.
2. **С.Д. Базієвський, В.Ф. Дмитришин** Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Підручник. – К.: Видавничий Дім "Слово", 2006. – 504 с.
3. **В.Т. Трошенко, Г.В. Цыбанев, Б.А. Грязнов, Ю.С. Налимов.** Влияние состояния поверхности и контактного взаимодействия поверхности. Киев. ИПП – 2009. – 664 с.

УДК 621.92.004.93

С.С. ДУБРОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, С.В. РЕБРОВА, викладач, Ю. ЗІНЧУК, студент  
Криворізький національний університет

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗРАЗКІВ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ НА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ**

Метою роботи є визначення впливу якості поверхневого шару зразків на результати експериментальних досліджень та можливості заміни реального експерименту комп'ютерним моделюванням. Виходячи з того, що експериментальні дослідження вимагають значних затрат, тому

їх проведення відбувається в обмеженій кількості, результати експериментів мають бути якомога точнішими. Цей фактор і був головною проблемою досліджуваної теми.

В роботі розглянуто три основні напрямки в області дослідження втоми матеріалу: якісні методи, методи натурних випробувань з відтворенням експлуатаційних умов і кількісні методи з визначенням деформацій та напружень.

Слід зазначити, що існує також самостійний напрям робіт, в яких проводиться дослідження впливу термічної втоми на інші службові характеристики матеріалу. При цьому проводять попереднє термоциклоування з подальшим «доламуванням» іншим навантаженням або навантаження діють одночасно. Розглянуті методи випробування регламентовано ГОСТ 25.502-79.

Розміри зразків стандартизовані (ГОСТ 25.502-79). Відповідно до ГОСТ 2789-73 шорсткість робочої поверхні зразків має бути Ra 0,16-0,32 мкм.

Робоча частина зразків має бути виготовлена не нижче, ніж по 7 квалітету точності. При цьому слід мати на увазі, що важливу роль відіграє спосіб досягнення такої чистоти. У межах наміченої серії випробувань технологія виготовлення зразків з однотипних металів повинна бути однаковою.

Вирізка, маркування та виготовлення зразків не повинні суттєво впливати на втомні властивості вихідного матеріалу. Нагрів зразка при його виготовленні повинен бути мінімальним і не викликати структурних змін та фізико-хімічних перетворень в металі; зняття припусків на обробку, параметри режиму та послідовність обробки повинні зводити до мінімуму наклеп і виключати місцевий перегрів зразків при шліфуванні, а також тріщини й інші дефекти.

Зняття останньої стружки з робочої частини зразків виконують з однієї установки зразка; задирки на бічних гранях зразків і у надрізів повинні бути вилучені.

Точність вимірювання перерізу робочої частини стандартного зразка повинна бути не нижче 0,01 мм. Великий вплив на характеристики втомної міцності здійснює напрямок вирізання зразків. Зниження межі витривалості внаслідок вирізання зразків поперек волокна становить від 5 до 25%. Волокна, розташовані в поздовжньому по відношенню до осі зразка напрямку, не знижують опору втоми.

Якщо ж волосовини розташовуються в поперечному напрямку, сумарне зниження межі витривалості може доходити до 50%.

Під час випробувань на міцність зразків з різною шорсткістю поверхневого шару, було виявлено, що їх міцність та фактична межа текучості в значній мірі залежать від якості поверхневого шару. Згідно з отриманими результатами експериментальних досліджень встановлено, що зміна шорсткості поверхневого шару в межах Ra 0,32-0,63 мкм здійснює зовсім незначний вплив на параметри міцності.

Тому для зменшення економічних затрат на виготовлення зразків запропоновано виконувати робочі поверхні зразків з шорсткістю Ra 0,63 мкм.

Проведення досліджень за допомогою комп'ютерного моделювання з використанням програмних продуктів Solid Works показало значне відхилення від отриманих експериментальних даних, та дозволяє зробити висновок, що CAD-системи, на даний час, при розрахунках не враховують ні шорсткість, ні мінімальні зміни геометрії поверхні зразків.

Виходячи з результатів досліджень, можна зробити висновок, що якість поверхневого шару деталей відіграє значну роль у забезпеченні міцності.

### *Список літератури*

1. **А.В. Кузнецова, Т.Г. Івченко** Повышение эффективности обработки деталей инструментами из сверхтвердых материалов на основе оптимизации режимов резания. ИНЖЕНЕР: студенческий научно-технический журнал// Донецк: ДонНТУ. 2007. №8. - с. 55-57.
2. **С.Д. Базієвський, В.Ф. Дмитришин** Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Підручник. – К.: Видавничий Дім “Слово”, 2006. – 504 с.
3. **В.Т. Троценко, Г.В. Цыбанев, Б.А. Грязнов, Ю.С. Налимов.** Влияние состояния поверхности и контактного взаимодействия поверхности. Киев. ИПП – 2009. – 664 с.

## ПРОФЕСІЙНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ МАЙБУТНЬОГО ІНЖЕНЕРА

У зв'язку з модернізацією та вдосконаленням національної системи вищої освіти України в контексті європейської інтеграції постає необхідною підготовка професійно компетентного фахівця, здатного розв'язувати організаційно-виробничі, науково-дослідні, інженерно-графічні завдання, виконувати проектно-конструкторські роботи, застосовуючи інформаційні технології та графічні системи. Розвиток професійної компетентності інженера зафіксовано в Національній доктрині розвитку освіти (2002 р.), Державній національній програмі «Освіта. Україна ХХІ століття» (2002 р.), Концепції розвитку професійної освіти і навчання в Україні (2010-2020 рр.), Національній стратегії розвитку освіти в Україні (2012-2021 рр.). Отже, підготовка майбутніх інженерів потребує нової спрямованості освітнього процесу, де одним із пріоритетних орієнтирів є формування професійної компетентності майбутнього фахівця.

Розв'язання окресленої проблеми тісно пов'язане із запровадженням компетентнісного підходу як перспективного напрямку розвитку сучасної освіти. Науковці (І. Агапова, З. Бакум, В. Болотов, І. Зимня, А. Хуторський та ін.) зазначають, що головними у цьому процесі є не окремі знання, уміння та навички, а здатність і готовність до ефективної та продуктивної діяльності в різних професійних ситуаціях. Відповідно, головним завданням є така організація навчального процесу, яка дає змогу забезпечити спроможність випускника відповідати новим запитам ринку.

Професійна компетентність інженера – це інтегративна характеристика спеціаліста, здатного кваліфіковано виконувати певні функції у всіх видах професійної діяльності. Відповідно до цього можна стверджувати, що професійна освіченість є вагомим складником усього технологічного процесу та передбачає здатність розв'язувати виробничі завдання. Слід зауважити, що студент у майбутньому стане інженером-професіоналом лише в тому випадку, якщо вийти з простору знань у простір діяльності, для цього йому необхідно поєднати отримані знання у ВНЗ та досвід практичної діяльності.

У руслі сучасного виробництва спостерігається стрімкий розвиток технологій автоматизованого проектування, що сприяє можливості комп'ютеризації багатьох процесів. Це потребує від інженера багатофункціональності та креативності у процесі розв'язуванні виробничих завдань. Отже, інженер повинен володіти комплексом знань, які ґрунтуються на науково-теоретичній, інженерно-графічній та інформаційно-технологічній базі та бути готовим до різноманітних форм самоосвіти протягом життя.

Нині сучасний інженер, окрім ґрунтовної теоретичної підготовки за фахом, уміння розв'язувати професійні завдання за допомогою інтелектуальної діяльності та розумових дій (аналіз, порівняння, прогнозування і як наслідок синтез), повинен бути відповідальною, самостійною, цілеспрямованою особистістю, яка здатна співпрацювати в колективі та знаходити спільну мову з людьми, навчатися упродовж всього життя з метою підвищення своєї професійної компетентності. Відповідно, інженеру необхідно мати широкий науковий кругозір та сформовані знання під час навчання загальноінженерних і спеціальних дисциплін у ВНЗ, що є фундаментом для успішної професійної діяльності.

Слід зауважити, що професійна компетентність є багатогранною, потребує інтелектуальної діяльності, розвитку просторової пам'яті, уяви, логічного та технічного мислення. З огляду, одне із чільних місць у формуванні розумових процесів покладено на вивчення графічних дисциплін, що сприяє правильному читанню креслень та схем, виконанню інженерно-графічних завдань, проектно-конструкторських робіт, застосовуючи інформаційні технології та графічні системи. Усе це розвиває професійні якості, які впливають на майбутню діяльність. Так, із-поміж основних завдань, які покладено на цикл математичної та природничо-наукової підготовки, – графічні дисципліни є професійні – досвід застосування графічних знань у виробничій діяльності та науці; інформаційні – можливість застосування інформаційно-комунікаційних технологій у професійній діяльності; проектно-конструкторські – проектування, конструювання та моделювання; соціальні – виховання та адаптація майбутнього фахівця за

допомогою уявлень про графічну культуру. Досвід показує, під час вивчення графічних дисциплін у студентів відбувається розвиток здатності до аналізу та синтезу графічних завдань, уміння проектувати тривимірні моделі деталей, грамотно реалізовувати лаконічну графічну мову, застосовуючи інформаційні технології та графічні системи.

Отже, одним із напрямів професійної підготовки сучасного інженера є графічна підготовка, основне завдання якої полягає у формуванні професійної компетентності. Відповідно, інженер повинен знати технологію і техніку проектно-конструкторської роботи, брати участь у проектувальній та винахідницькій діяльності, керуватися не лише установленою практичною, а схилитися до новаторської позиції в інженерній діяльності та володіти різноманітними формами самоосвіти.

УДК 622.272: 624.191.5

С.А. ХАРІН, д-р. техн. наук, доц., ОКВНЗ "Інститут підприємництва "Стратегія"

### **ПИТАННЯ ЯКОСТІ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГІРНИЧОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Сучасний етап функціонування залізорудної промисловості України характеризується, зокрема, наступним:

1. Вичерпаністю багатьох легкодоступних родовищ корисних копалин.
2. Великою глибиною ведення робіт на кар'єрах, проблемами, пов'язаними з масштабами і темпами розкривних робіт.
3. Екологічними збитками, пов'язаними з діяльністю гірничозбагачувальних комбінатів.
4. Наростанням собівартості продукції при відкритому способі розробки бідних руд і їх подальшим збагаченням, через застосування енерговитратних технологій і високою вартістю енергоносіїв на світовому ринку. Крім того, слід підкреслити постійний характер зростання світових цін на енергетичні ресурси, що дозволяє прогнозувати подальше зростання собівартості продукції.
5. Значною потребою металургійних підприємств України в залізорудній сировині.
6. Необхідністю забезпечення критично важливих експортних поставок металургійної та залізорудної продукції, що посилюється неможливістю експорту високотехнологічної продукції.
7. Близькістю до вичерпання запасів природно-багатих залізних руд, що розробляються в даний час підземним способом і розкритих за допомогою однієї ступені розкриття.

Для ефективного ходу процесу дослідження потрібно мати програмне забезпечення високої якості, яке відповідає, зокрема, таким вимогам, які пов'язані з характеристиками і атрибутами якості згідно з ISO 9126:2001 [1,2]:

*функціональність* - здатність програмного забезпечення (ПЗ) вирішувати задачі, потрібні користувачам;

*надійність* - здатність ПЗ підтримувати визначену працездатність у заданих умовах.

*зручність використання або практичність* - здатність ПЗ бути зручним у навчанні та використанні, а також привабливим для користувачів;

*продуктивність* - здатність ПЗ при заданих умовах забезпечувати необхідну працездатність стосовно виділюваного для цього ресурсам. Можна визначити її і як відношення одержуваних за допомогою ПЗ результатів до затрачених на це ресурсів усіх типів;

*зручність супроводу* - зручність проведення всіх видів діяльності, пов'язаних із супроводом програм;

*переносимість* - здатність ПЗ зберігати працездатність при перенесенні з одного оточення в інше, включаючи організаційні, апаратні й програмні аспекти оточення.

**Отже**, найбільш важливою рисою створюваного програмного забезпечення є його функціональність, обумовлена складністю і різноманітністю вирішуваних завдань гірничого виробництва, важливе значення має і надійність продукту. Такі риси, як *зручність*, *продуктивність*, *зручність супроводу*, *переносимість*, що також визначають якість програмного забезпечення, є важливими, але менш значущими в ієрархії вимог.

Можливість широкого використання програмного забезпечення при вирішенні завдань гірничого виробництва є важливою умовою його ефективного функціонування, а ступінь такої ефективності в чималому ступені залежить від якості програмного забезпечення.

#### Список літератури

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iso.org>.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://en.wikibooks.org/wiki/Programming>.

УДК 621.926: 34.16

С.Л. ЦВИРКУН, преподаватель, Криворожский национальный университет

### ИДЕНТИФИКАЦИИ КРУПНОКУСКОВОЙ РУДЫ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА

Проблема автоматизации процессов горного производства и жизнедеятельности человека, связанных с распознаванием и сопровождением образов, является одной из перспективных ветвей развития современных ИТ-технологий. Сопровождение движущихся объектов - это один из составляющих компонентов многих систем реального времени таких, как системы сопровождения, анализа видео и других.

Задачу сопровождения можно рассматривать как хорошо изученную проблему теории управления, которая состоит в том, чтобы оценить состояние системы на основании последовательности зашумленных измерений. Задача сопровождения состоит в том, чтобы построить траектории движения кусков руды на входной последовательности кадров.

В результате получаем механизм обратной связи: наблюдаем, оцениваем, предсказываем и обновляем на основании предсказаний. Такой механизм лежит в основе методов сопровождения, основанных на фильтрах Калмана.

Прежде, чем рассматривать применение алгоритма Калмана для решения задачи фильтрации, напомним формулировку задачи фильтрации случайного процесса с известными динамическими свойствами, для решения которой фильтр Калмана изначально предназначался. Цель фильтра Калмана - минимизировать дисперсию оценки векторного случайного процесса  $x_k$ , изменяющегося во времени. Фильтр работает в предположении, что система является линейной и шуму описываются Гауссовым распределением с математическим ожиданием, равным нулю.

Тогда модель обратной связи может быть описана векторными уравнениями (1) и (2).

$$x_{k+1} = F_k x_k + w_k, \quad (1)$$

$$z_k = H_k x_k + v_k \quad (2)$$

где  $F_k$  - матрица преобразования состояния системы;  $w_k$  -  $m$ -мерный случайный вектор ошибок (белый шум с нормальным распределением  $N(0, Q_k)$  с математическим ожиданием, равным 0 и матрицей ковариации  $Q_k$ );  $H_k$  - матрица связи модели и наблюдения;  $v_k$  - «белый» шум с нормальным распределением  $N(0, R_k)$ . Заметим, что по определению матрицы ковариации  $Q_k = M(w_k w_k^T)$   $(Q_k)_{ij} = M(w_k w_k^T)^5$ .

Поскольку в реальных условиях нельзя наблюдать идентичный поток руды, то вводится Гауссов шум с матрицей ковариации  $Q_k$ . Матрица ковариации  $R_k$  строится, исходя из того, насколько точно выполняются измерения положения кусков руды на конвейерной ленте.

Теперь получим обобщенные уравнения для обновления состояния и модели. Идея состоит в том, что сначала строится априорная оценка  $x_k$  состояния согласно (1)

$$\tilde{x}_k^- = F_{k-1} x_{k-1} + w_{k-1} \quad (3)$$

Затем с использованием построенной оценки вычисляется наблюдение

$$z_k = H_k \tilde{x}_k^- + v_k \quad (4)$$

Фильтр Калмана оперирует разностью  $z_k - H_k x_k$ , в которую вносит вклад ошибка  $e_k$  и случайный шум  $v_k$ . В идеальном случае шум отсутствует и оценка состояния идеальна, поэтому указанная разность обращается в ноль. Задача состоит в том, чтобы построить матричный коэффициент Калмана  $K_k$  для обновления апостериорной оценки. Отсюда, если  $K_k$  известен, то известен закон получения обновленной модели  $x_k$ .



Из изложенного можно выделить два этапа работы фильтра:

1. *Предсказание.* Предполагает вычисление априорной оценки состояния  $\tilde{x}_k^-$  (3) и наблюдения  $z_k$  (4).

2. *Коррекция.* Включает определение матричного коэффициента Кальмана  $K_k$  и построение апостериорной оценки состояния  $\tilde{x}_k^+$ .

Из этого следует, что алгоритм работы фильтра Калмана можно применить в задаче идентификации крупнокусковой руды. На основе исследования установлено, что предложенная модификация фильтра обеспечивает устойчивое получение оценок с высокой степенью точности. Фильтр Калмана представляет собой наилучший линейный фильтр независимо от вида распределения и позволяет реализовать эффективное управление процессом идентификации крупнокусковой руды.

### **С е к ц і я 13 – ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН**

УДК 622.7: 622.765.06

М.О. ОЛІЙНИК, аспірант, А.І. МАКАЧОВА, студентка  
Криворізький національний університет

#### **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ ГРАФІТОВОЇ СИРОВИНИ ЗАВАЛЛІВСЬКОГО РОДОВИЩА**

На сьогодні запаси багатих графітових руд на Україні практично вичерпані, тому не втрачає актуальності питання залучення в переробку бідних графітових руд; але існуючі технології збагачення не дозволяють з цих руд отримувати високоякісний графітовий концентрат, тому необхідно удосконалювати технології збагачення графітового сировини.

Основною метою дослідження було удосконалення технології збагачення графітової сировини Заваллівського родовища, руди якого представлені біотит-гранатовими гнейсами, що мають перемінний мінеральний склад та відрізняються невеликим вмістом графіту.

При вивченні речовинного складу та технологічних властивостей мінералів проби було застосовано макроскопічний і мікроскопічні методи дослідження, термічний, хімічний і спектральний аналізи та флотаційні дослідження.

При макроскопічному дослідженні проби графітового гнейсу в зразках, крім графіту і біотиту, помітні кварц, польовий шпат, гранат, рідше сульфіди (пірит, піротин).

На підставі мікроскопічного вивчення щільної графітової руди в шліфах визначено, що вона має сланцевату текстуру, ліпідогранобластову структуру, головні мінерали: кварц, ортоклаз, біотит, плагіоклаз, графіт, гранат; а другорядні мінерали представлені піротином, піритом, сидеритом, зміст яких становить 0,5-5%.

За результатами аналізу хімічного складу проби встановлено високий вміст сульфідної сірки та чітко виражена перевага калію у вмісті лугів.

При виконанні спектрального аналізу у вихідній руді виявлено підвищену кількість міді, нікелю, кобальту і срібла.

При визначенні оптимального ступеня подрібнення руди, оптимальною була крупність подрібнення руди перед флотацією з вмістом класу  $-0,071$  мм 40%, що дає можливість досягнути найвище вилучення графіту в концентрат основної флотації і в готовий концентрат.

Аналіз результатів досліджень, для встановлення реагентного режиму показав, що процес флотації доцільно виконувати при рН 7-7,5, яке може бути досягнутим і без додавання соди; оптимальними витратами рідкого скла можна вважати 1 кг/т так як збільшення не надає суттєвого впливу на флотацію графіту; керосин при мінімальних витратах (0,26 кг/т) забезпечує отримання високих показників основної флотації та перечишень пінного продукту; Т-66 надає найбільший вплив на кінцеві показники флотації графіту і оптимальні слід прийняти витрати – 140 г/т.

В результаті проведених досліджень для збагачення бідної графітової сировини Заваллівського родовища прийнята технологічна схема, яка включає основну флотацію, що знаходиться у замкнутому циклі з п'ятьма перечистками промпродуктів і подрібненням концентрату першої перечистки з оптимальними витратами реагентів, що дозволяє підвищити якість концентрату на 1,2% та зменшити зольність на 0,99%.

УДК 622.778:622.34

Т.А. ОЛІЙНИК, д-р техн. наук, проф., І.І. ЧОРНИХ, магістр  
Криворізький національний університет

### **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПОПЕРЕДНЬОГО ЗБАГАЧЕННЯ ОКИСЛЕНИХ ЗАЛІЗНИХ РУД З ВИКОРИСТАННЯМ СУХОЇ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОНЦЕНТРАТУ З ВМІСТОМ ЗАЛІЗА 64,5-65,5 %**

Слабомагнітні залізисті кварцити Кривбасу, крім окремих покладів, як правило, є супутніми при видобутку магнетитових руд. Дотепер, як при підземному, так і при кар'єрному відкритому видобутку, окислені руди складуються у відвалах, що займають величезні території вільних орних земель. Розробка енерго- і ресурсозберігаючої сухої технології виробництва концентратів з окислених слабомагнітних залізних руд, заснованої на сучасних науково-технічних досягненнях переробки мінеральної сировини - є актуальним завданням.

При виконанні технологічних випробувань руд з використанням сухих методів були поставлені наступні завдання: визначення доцільності використання сухої магнітної сепарації, як операції попереднього збагачення, при переробці гематитових кварцитів, розробка технології збагачення сухої магнітної сепарації гематитових руд, відпрацювання технологічних режимів сухої магнітної сепарації гематитових кварцитів.

Слабомагнітні залізні руди містять 35-38 % заліза, у тому числі до 8 % у формі магнетиту. Основними рудними мінералами є гематит, мартит і гідрооксиди заліза, а другорядним - магнетит. Масова частка рудних мінералів становить близько 56 % у тому числі гідрооксидів заліза до 10-11 %, магнетиту менш 3 %. Розміри рудних зерен знаходяться в межах від 0,04 до 2,5 мм. Всі ці особливості мінеральних різновидів впливають на технологічний процес рудопідготовки і розділення за магнітними властивостями.

Згідно розробленої методики підготовка проб до дослідження включає дроблення до класів: мінус 70 мм, 20 мм, 10 мм, 5 мм та визначення якісної характеристики шляхом ситового, хімічного, магнітного, мінералогічного аналізів. Аналіз результатів досліджень дозволив визначитися з застосуванням основних методів збагачення, що до цієї руди можливо застосувати сухе магнітне збагачення (барабанний сепаратор БС-31).

За результатами досліджень при сухій магнітній сепарації 9 об'єднаних проб (взятих зі 100 вихідних) було визначено, що ця операція ідеально підходить для передзбагачення окислених руд проб -20-0 та -10-0 мм, та дозволяє відразу відкинути у відвальні хвости від 6,41 до 60,83 % матеріалу з масовою часткою заліза загального від 4,66 до 30,61 % відповідно. Також з метою визначення необхідної величини індукції магнітного поля сепаратора були проведені технологічні випробування сепарації проб руди в крупності 10-0 мм при індукції 0,4 Тл, 0,7 Тл і 1,0 Тл, із збільшенням величини індукції магнітного поля сепаратора знижуються втрати заліза з хвостами, збільшується приріст заліза загального в магнітному промпродукті, тому в подальших експериментах індукція магнітного поля сепаратора становила 1 Тл.

Отже основною метою сухої магнітної сепарації гематитових руд є виділення хвостів з відвальним вмістом в них масової частки заліза 10-12%, так як результатами лабораторних випробувань доведена недоцільність і неможливість виділення товарної аглоруди. Магнітний продукт, що отримується в результаті сухої магнітної сепарації вихідної руди далі необхідно направляти на подальше збагачення. Виділення в голові схеми хвостів дозволить знизити навантаження на подальше подрібнення, гравітаційне збагачення і магнітну сепарацію в слабких і сильних полях.

Л.В. СКЛЯР, канд.техн.наук, доц., О.А.САМОЙЛЮК, магістрантка  
Криворізький національний університет

## СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ БУРОЗАЛІЗНЯКОВИХ РУД У ВІТЧИЗНЯНІЙ І ЗАРУБІЖНІЙ ПРАКТИЦІ

На даний час Україна займає одне з провідних місць в світовому балансі залізорудної сировини за запасами, виробництвом, споживанням та експортом продукції.

Світові розвідані запаси залізних руд складають на даний час близько 140 млрд т, в яких міститься близько 74 млрд т заліза. Однак поширення залізорудних родовищ на планеті нерівномірне. Тільки три країни – Україна, Росія й Австралія – володіють 46% світових запасів заліза.

Основне промислове значення мають магнетитові руди з вмістом 31-35% заліза.

Але на сьогодні спостерігається значне виснаження запасів багатих залізних руд.

Одним із резервів залізорудної бази чорної металургії є «бурі залізнякаи», які по запасам посідають друге місце у світі серед інших різновидів залізних руд.

В умовах, коли спостерігається виснаження запасів багаті сировини, бурі залізнякаи можуть розглядатися як додаткове, а на майбутнє, як основне джерело сировини для підтримки потужностей гірничо-збагачувальних комбінатів, тому дослідження в цьому напрямку є досить актуальними.

На зарубіжних та вітчизняних фабриках застосовують найрізноманітніші технології збагачення бурозалізнякаових руд: гравітаційна, магнітна, випал-магнітна, збагачення у важких суспензіях, флотаційне збагачення, комбіновані схеми гравітаційно-магнітні, гравітаційно-флотаційні.

Найбільш ефективними вважаються гравітаційно-магнітна і випал-магнітна технології збагачення бурозалізнякаових руд, що впроваджені в Казахстані на Лисаківському ГЗК.

Рудна база Лисаківського ГЗК представлена Аятським та Лисаківським родовищами, де зосереджені в основному гідроgetитові ооліти та хлорито-сидерито-гідроgetитові оолітові руди. Збагачувальна фабрика комбінату складається із чотирьох секцій, три з яких працюють по магнітно-гравітаційної, а четверта за випал-магнітною технологією.

При використанні гравітаційно-магнітних схем крупнозернисті фракції вилучають відсадкою, іншу частину - магнітною сепарацією в полі з високою напруженістю.

У випал-магнітних схемах використовують магнетизуючо-відновлювальний або окисно-відновлювальний випал, а після цього використовують магнітну сепарацію.

З руди, що містить близько 39% Fe одержують концентрати з 59% Fe.

Для збагачення тонких класів і для очищення концентратів на Лисаківському ГЗК було запропоновано використання прямої флотації в содовому середовищі (рН= 8-10) з жирними кислотами, а також зворотня флотація з депресією лимоніту за допомогою крохмалу або ортофосфатів.

Для Аккерманівського родовища, де зосереджені в основному природно леговані залізні руди, що представлені глинистими різновидами бурозалізнякаових руд була запропонована технологічна схема, що включає випал руди, а після цього руду відправляють на мокру магнітну сепарацію всього матеріалу, подрібненого до крупності - 1 мм.

Завдяки цій технології при вмісті заліза у вихідній руді 37% було отримано концентрат із вмістом заліза до 59 %.

Для руд Березовського родовища, які представлені окисленими рудами із вмістом заліза до 42% використовують схему, яка включає магнетизуючий випал, магнітну сепарацію випаленої руди в крупність 12-3; 3-0 і 0,10-0 мм з виділенням у кожній стадії готового концентрату, відвальних хвостів і промпродукт.

Вона дозволяє забезпечити стале отримання якісного залізного концентрату із вмістом заліза в концентраті до 59%.

Для багатих глинистих руд Бакальського родовища пропонують застосовувати комбіновану промивочно-гравітаційну технологію збагачення.

В даній ситуації промивка використовується як основний процес.

Із руди з вмістом заліза 41-48% при промивці в крупності 75-0 мм та знешламленні зливу можна отримати концентрат, що містить 48,4-55,7% заліза при виході 86,7% та вилученні 96%.

В Англії збагачують бурозалізнякові руди, що містять у якості пустої породи глину та гравій. Руду дроблять до 75 мм та промивають для видалення глини.

Миту руду піддають грохоченню на класи -75+2 та -2+0 мм.

Після цього клас -75+2 збагачують у важкосередовищних сепараторах, в конусі діаметром 3 м з додаванням ферросиліцевої суспензії.

З руди, що містить близько 35% отримують концентрат із вмістом заліза 51,5%.

У Франції бурозалізнякові руди представлені гетит-гідрогетитовими оолітами із вмістом заліза до 39%.

Руда піддається дробленню, сухому грохоченню, промивці, мокрому грохоченню та випалу, у результаті чого отримують концентрат із вмістом заліза 48,5%.

В США добування та збагачення оолітових бурозалізнякових руд здійснюється в штаті Алабама. Для збагачення руди використовують промивку, збагачення на гравітаційних столах та збагачення у важких суспензіях.

Збагачення керченських бурозалізнякових руд на Камиш-Бурунській ЗФ в Україні здійснювалося по двох схемах: промивочно-гравітаційній і гравітаційній.

Перша схема застосовувалася для збагачення більш легкозбагачуваних коричневих, друга - для важкозбагачуваних тютюнових руд, що представляють основні запаси Керченського родовища.

За промивочно-гравітаційною руду після дроблення піддають промивці, знешламленню, гідроциклонуванню та відсадженню. Отримують концентрат із вмістом заліза 56%.

На гравітаційній схемі збагачення керченських руд, що була здійснена на 5-й секції фабрики застосована схема гідравлічного відсаження.

Руда спочатку дробиться в дві стадії, потім відправляються на подрібнення, а після цього на відсадку.

У результаті відсаження виділяється готовий концентрат та відвальні відходи.

Найбільшого розповсюдження за кордоном отримали гравітаційно-магнітні та випалмагнітні технології збагачення.

Дослідженнями доведена перспективність застосування комбінованих технологічних схем збагачення з застосуванням магнетизуючого випалу.

За такою технологією можливо отримати концентрат з вмістом заліза до 59%. Але цей спосіб збагачення забруднює навколишнє середовище, а також він є дуже енергомістким.

Отже, для збагачення бурозалізнякових руд Керченського родовища доцільно розробити технологію, що дозволить отримати конкурентоспроможний концентрат та знизити шкідливий вплив на зовнішнє середовище.

Для цього необхідно детально вивчити речовинний та гранулометричний склад сировини, її фізико-механічні властивості, які суттєво впливають на процес збагачення.

УДК 622.7

К. В. НИКОЛАЄНКО, канд. техн. наук, доц., Н.Ф. ЧЕРЕДНИЧЕНКО, магістр  
Криворізький національний університет

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ РУДОЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ МАГНІТОГОРСЬКОГО МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ, ЗА СКЛАДОВАНИХ У ШЛАМОСХОВИЩАХ**

Через невирішеність питання утилізації шламів та хвостів збагачення склалась катастрофічна проблема їх подальшого складування у дорогих гідротехнічних спорудах. Поблизу підприємств вільних від'ємних форм рельєфу місцевості для організації хвостосховищ практично немає.

Складування шламів і хвостів збагачення, яке продовжується, підвищує собівартість основної продукції та вимагає відведення нових земельних угідь. Звісно, це у кінцевому випадку

погіршує і до того складний стан оточуючого природного середовища в промислово розвинутих регіонах і в Україні у цілому.

Собівартість вилучення і переробки цих металів із вказаних родовищ буде нижчою, ніж вилучення їх із природної сировини, запаси яких в Україні обмежені або взагалі відсутні.

Магнітогорський металургічний комбінат є найбільшим підприємством на Південному Уралі. До складу комбінату входять металургійне і рудопідготовче виробництво.

У зв'язку з різким зменшенням запасів власної залізорудної сировини з'явилася необхідність вивчення можливості та доцільності переробки залізовмісних хвостів. Відходи збагачувального виробництва з 1951 року складувались в шламосховище № 2.

У даний час в шламосховищі № 2 укладено 145101 тис. т. відходів із вмістом заліза 20,49 %. Геологорозвідувальною партією розраховані прогнозні запаси шламів, які мають цінність для повторної переробки. Запаси залізовмісних шламів на вивченій ділянці склали 11,46 млн т з середнім вмістом заліза 28,39 %.

Дослідження проводилися із застосуванням магнітної сепарації в слабкому і сильному магнітних полях, а також гравітації.

Отримані результати є вихідним матеріалом для виконання проекту організації переробки залізовмісних хвостів в умовах рудопідготовчих фабрик комбінату. Випробування показали, що подрібнення вихідного матеріалу перед мокрою магнітною сепарацією в слабкому магнітному полі не доцільно.

Високоградієнтна магнітна сепарація матеріалу різноманітної крупності дозволяє виділити відвальні хвости при напруженості магнітного поля 6000 ерстед.

Вміст заліза у відвальних хвостах коливається від 11,1 % (кл. 0-0,25 мм) до 14,5 % (кл. 5,0+0,25 мм).

Вміст заліза у відвальних хвостах при збагаченні немагнітного продукту кр. 5,0-0 мм становить 17,9 %.

Вихід хвостів 21,35 %, втрати заліза з хвостами 10,64 %.

Дослідженнями показано, що по технології магнітного збагачення не досягнутий заданий вміст заліза у концентраті 61,0 %.

Це пояснюється тим, що при збагаченні у високому полі в магнітний продукт витягуються мінерали пустої породи гранати, роговики.

На наступному етапі проведені дослідження з застосуванням гравітації немагнітних продуктів, виділених при збагаченні вихідних хвостів у слабкому магнітному полі.

Випробування на концентраційному столі показали, що для отримання гравітаційного концентрату з вмістом заліза більше 56,0 % потрібно подрібнення матеріалу до 0,5-0 мм.

По лабораторним дослідженням магнітна сепарація хвостів у слабкому та сильному магнітних полях, а також гравітація дозволяє виділити 17,0 % магнетитового концентрату з вмістом заліза 65,7 % та 22,48 % гематитового концентрату з вмістом заліза 56,92 %.

Загальний вихід концентрату 39,48 %, вміст у ньому заліза 60,7 %, вилучення заліза в концентраті 69,46 %. Вміст заліза у хвостах 17,41 %.

Отже, у процесі контрольних випробувань залізовмісних хвостів з застосуванням магнітної сепарації у слабкому та сильному магнітних полях та гравітаційного збагачення виділено 39,48% концентрату з вмістом заліза 60,7 % та вилученням 69,46%, що робить його придатним для виробництва агломерату. Вміст заліза у відвальних хвостах 17,41%.

УДК 622.775

К.В. НИКОЛАЄНКО, канд. техн. наук, доц., Ю.О. ПРОХОДА магістрант  
Криворізький національний університет

## **ТЕХНОЛОГІЯ ВИЛУЧЕННЯ ЗАЛІЗА З ВІДХОДІВ ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНИХ ЗАВОДІВ**

Залучення в господарський оборот техногенних родовищ дозволить вирішити деякі важливі проблеми мінерально-сировинного комплексу і поліпшити екологічну ситуацію. Зокрема, воно забезпечить скорочення витрат на пошуки і розвідку нових родовищ, підвищення

продуктивності праці за рахунок рентабельної переробки вже видобутої сировини, поліпшення умов праці, так як техногенні родовища розташовані на поверхні Землі на відміну від все більш глибокозалягаючих звичайних корінних родовищ корисних копалин, вивільнення займаних техногенними відходами земель і їх рекультивацію, ліквідацію джерел забруднення навколишнього середовища.

Щодо шлаків, за даними на металургійних підприємствах України накопичено 240 млн. т шлаків, 128 млн. т з яких є сталеплавильні. За кількістю накопичених шлаків в Україні лідирує Єнакіївський металургійний завод, «Арселор Міттал Кривий Ріг» та «Запоріжсталь».

Аналогічна ситуація склалася на Білоруському електрометалургійному заводі, де за час його роботи (з 1987 р.) було заскладовано більше 2 млн. т сталеплавильних шлаків.

Шлаки сталеплавильного виробництва представлені корисною фазою у вигляді металевого скрапу і оксидів заліза та нерудної, серед якої домінують кварц і вапняк.

Дана робота проводилася в два етапи, на двох пробах шлаку взятих з двох різних забоїв їх складування (у подальшому забої 1 та 2).

Дослідженнями встановлено, що з шлаку 1 -го забою, шляхом поетапного дроблення, грохочення і сухої магнітної сепарації, можливе виділення в досліджуваних крупностей (250-

60 , 60-20 і 20-0 мм) металевого скрапу з вмістом заліза 71,8-40 %. Середній вміст заліза 63,2 %. Сумарний вихід продукту від вихідного шлаку склав - 10,1 %. Крім цього була отримана збіднена фракція шлаку крупністю 20-0 мм, при виході від вихідного шлаку - 52,8 %.

Зі шлаку 2-го забою, шляхом поетапного дроблення, грохочення і сухої магнітної сепарації, металевий скрап був виділений тільки в крупності 60-20 і 20-0 мм. Сумарний вихід продукту від вихідного шлаку склав - 2,7%. Середній вміст заліза - 42%. Вихід збідненої фракції 20-0 мм від вихідного шлаку склав 50,2%.

На другому етапі проведено дослідження з можливості виділення з шлаку, після відбору металевого скрапу, заліза, яке знаходиться в оксидній формі.

На першій стадії досліджень було проведено порівняння гравітаційного і магнітного методів збагачення. Для подальших досліджень був прийнятий магнітний метод, що забезпечує більш високу продуктивність одиничних апаратів.

На другій стадії досліджень вивчався вплив крупності подрібнення промпродуктів на кінцеві показники поділу.

Висока енергоємність процесу подрібнення, низький вихід концентрату і не досягнення його необхідної якості (не менше 62 %), вказує на недоцільність вилучення з даного шлаку металу у вигляді оксидної форми.

Отже, рекомендується здійснювати переробку шлаку «сухим» способом, шляхом дроблення, грохочення і «сухою» магнітною сепарацією, з отриманням: металевого скрапу, при виході від вихідного шлаку 10,1 % і вмісті заліза 63,2 % і збідненого шлаку крупністю 20 -0 мм, при виході 50,0 %. Витяг заліза з вихідного шлаку за даною технологією складе 45,6 %.

Таким чином, випробування показали, що можливо отримати зі шлаку електрометалургійного заводу, з вмістом заліза загального 14,0 %, металевого скрапу (концентрату) з вмістом заліза загального 63,2 % , при виході 10,1 %. Крім цього може бути отримана збіднена фракція шлаку крупністю 20-0 мм, при виході від вихідного шлаку - 50,0 %. Подальші дослідження необхідно продовжити в напрямку перевірки можливості використання збідненої фракції шлаку в будівельній промисловості, для виробництва бетону та цементу.

УДК 622.34

Н.В. КУШНІРУК, канд.техн.наук, доц., Р.В. АНДРУЩЕНКО, магістр  
Криворізький національний університет

## **АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ МАГНЕТИТОВИХ КВАРЦИТІВ У ВІТЧИЗНЯНІЙ І ЗАРУБІЖНІЙ ПРАКТИЦІ**

Досвід практики сучасної чорної металургії показує, що техніко-економічні показники її роботи та собівартість отриманого металу в основному залежать від металургійних характерис-

тик компонентів шихти, основною складовою якої є залізорудна частина (агломерат, окатиші, аглоруда). Тому доцільно зробити акцент на отримання у виробництві високоякісної залізорудної сировини.

На світовому ринку Україна входить у десятку країн-виробників залізорудної сировини та за кількістю заліза, що знаходиться у розвіданих родовищах. Їх кількість складає 52 родовища, 24 з яких на даному етапі розробляються.

Одна з найбільш вивчених, промислово освоєних і лідируючих, за видобутком залізорудної сировини територія в межах Українського щита, є Криворізький залізорудний басейн. Усі його розвідані запаси складають 21,8 млрд. тонн, а прогнозні ресурси оцінюються ще в більш ніж 19 млрд. тонн.

Основними типами залізних руд Кривбасу є залістисті кварцити зі вмістом заліза 30-45%, багаті залізні руди (що містять 46-67% заліза), важкозбагачувальні залістисті окислені кварцити і бурі залізнякаи.

Але з кожним роком запасів багатих залізних руд стає менше, а для підтримки обсягів виробництва концентрату залучають бідні та важкозбагачувальні руди.

Тому перед науковцями та виробниками постійно стає питання отримання конкурентноспроможних концентратів і розробки заходів з підвищення в них вмісту цінного компоненту та зниження шкідливих домішок.

Для розробки заходів з підвищення вмісту цінного компоненту у концентратах ПАТ «ПівнГЗК», що є складовою залізорудного Кривбасу, необхідно зробити аналіз світової практики залучення до виробництва даного виду сировини.

Проаналізувати позитивні та негативні сторони кожної зі схем, що дозволить визначитися з напрямком подальших досліджень.

Залізні руди закордонних родовищ є крупновкраплені або середньовкраплені, не міцні і часто крихкі залістисті породи, мають потужні прошарки гематиту, крім того, більшість з них поряд з кварцом включають значну кількість скарнових мінералів і супутніх елементів, з яких інколи попутно вилучають халькопирит, пирит, пирротин.

Вихідна сировина ПАТ «ПівнГЗК» представлена тонковкрапленими, важкозбагачувальними магнетитовими кварцитами такі ж руди надходять на російські гірничозбагачувальні підприємства (Лебединський, Михайлівський, Стойленський, Оленегорський і Костомукшський ГЗКти).

Аналіз зарубіжного досвіду збагачення залістистих кварцитів показує, що їх переробка здійснюється із застосуванням магнітних і комбінованих схем.

У загальному вигляді технологія збагачення представлена одностадійними і багатостадійними схемами.

Ускладнення схем здійснюють у міру зменшення розмірів вкрапленості рудних і нерудних мінералів, а також із зменшенням вмісту заліза в руді.

Існує величезний резерв з підвищення якості кінцевого концентрату при одночасному зниженні капітальних і експлуатаційних витрат, якому в даний час приділяється недостатньо уваги. Аналізуючи речовий склад подрібненої руди можна побачити окрім великої кількості розкритих зерен порожньої породи, також значну частину розкритих зерен магнетиту вже після першої стадії подрібнення.

Це готовий продукт, який необхідно вилучити з процесу збагачення, а не направляти далі в схему, де розкриті зерна магнетиту переподрібнюються і зашламовуються, втрачаючи частину своїх магнітних властивостей.

Що зрештою приводить до засмічення кінцевого концентрату шламами і втрати корисного компонента з хвостами.

Виділяти магнетит постадійно в даний час неможливо через декілька причин, що пов'язані з конструктивними особливостями магнітних сепараторів застосованих для збагачення даного типу сировини.

Таким чином, необхідно виконати теоретичний аналіз можливостей підвищення ефективності процесу мокрої магнітної сепарації з комбінованим магнітним полем, що дозволить знизити вплив магнітної флокуляції на весь процес і застосувати данні сепаратори для виділення постадійно оновленого магнетиту.

Н.В. КУШНІРУК, канд.техн.наук, доц., В.О. БОНДАРЕНКО, магістр  
Криворізький національний університет

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДИК МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ ПРОЦЕСУ ГІДРОСЕПАРУВАННЯ

Розвиток мінерально-сировинної бази в Україні, техніка і технологія її промислового використання значною мірою визначали і визначають економічну міць держави, можливості розвитку його промислового і оборонного потенціалів. Підвищення техніко-економічних показників комплексної переробки мінеральної сировини та розвиток ресурсозберігаючих технологій сьогодні є найважливішими напрямками гірської промисловості в усьому світі.

Розглядаючи сучасні тенденції в розвитку і проектуванні технічних засобів, можна з упевненістю говорити про багаторівневий підхід до проектування і реалізації технічних нововведень. Найважливішими з основних вимог до цього є як висока продуктивність проєктованих апаратів, так і висока якість одержуваних концентратів, порівняно низька вартість виробництва, енергоємність, надійність.

Аналіз сучасної теорії та практики збагачення магнетитових кварцитів показав, що невід'ємною складовою у схемах є процес класифікації матеріалу у гідроциклонах. Тому підвищення вмісту цінного компонента у готовому концентраті можливо за рахунок підвищення ефективності роботи класифікуючих апаратів у контурі подрібнення.

Основний напрям цієї роботи - удосконалення процесу гідроциклонування та апаратів, для його здійснення, на основі індивідуального підходу до розрахунку та виготовлення модульних конструкцій для класифікації конкретного матеріалу. Це дозволить досягнути максимального ступеня розкриття мінералів при мінімальному подрібненні руди.

Щоб досягнути поставлену мету в роботі було:

проаналізовано теоретичне та практичне використання гідроциклонування у сучасних схемах збагачення тонковкраплених магнетитових кварцитів;

запропоновано модель удосконалення гідроциклона у відповідності з новими уявленнями про оптимізацію параметрів процесу класифікації;

проведено техніко-економічну оцінку результатів роботи нових гідроциклонів у існуючій схемі ПАТ «ПівніГЗК».

Значний внесок у розвиток теорії і практики гідроциклонування внесли такі вчені, як Баранов Д.А., Лященко П.А., Павловський В.В., Пілов П.І., Тернавський А.М., Тихонов О.Н., Гвоздик В.С. . Проте, цей напрям залишається актуальнішим у збагаченні корисних копалин.

Аналіз роботи гідроциклонів показав, що в них присутні зовнішні спадні та внутрішні висхідні потоки, замкнуті циркуляційні вихрі між ними та повітряний стовп по висі апарату. При нормальній роботі гідроциклона вихровий потік всередині його корпусу утворює вздовж висі зону розрідження (повітряний стовп), при цьому через розвантажувальні отвори (піски) в гідроциклон подається значна кількість повітря та газу, який виділяється із рідини.

В дійсності гідродинамічні процеси в гідроциклонних апаратах значно складніші, тому що поряд з круговими струменями виникають радіальні, циркуляційні та вертикальні потоки і вихрі, сукупність яких істотно ускладнює наведену вище схему руху середовища в апараті. Необхідно відмітити, що найбільший інтерес представляє зовнішній потік в якому проходить саме процес розділення.

Теоретичною основою більшості досліджень у цій області є методи Ейлера і Даламбера, рівняння Нав'є-Стокса, Бернуллі і рівняння класичної механіки. У ряді робіт також використовуються і стохастичні моделі з урахуванням функцій розподілу частинок поділюваних матеріалів за фізичними ознаками. Однак при цьому як і раніше немає надійних методів розрахунку і проектування сучасних гідроциклонів.

Існують успішні аналітичні рішення гідродинамічної задачі про рух потоку рідини в гідроциклоні. Найбільш відповідною для цього базою є рівняння для руху реальної рідини з кінематичною в'язкістю. Рішення системи рівнянь Нав'є-Стокса разом з рівнянням нерозривності потоку для усталеного симетричного і закрученого щодо осі течії рідини, запропоноване М. Дріс-



сеном, покладено в основу більшості рішень і пов'язане воно з передумовою про сталість значень тангенціальної і радіальної складових швидкості по висоті апарату. На підставі теоретичних і експериментальних даних Дріссен припустив, що залежність між тангенціальною швидкістю і радіусом обертання для течії рідини у внутрішній зоні гідроциклона характеризується рівнянням

$$U_{\phi} r^2 = \text{const},$$

де  $U_{\phi}$  - тангенціальна швидкість;  $r$  - радіус гідроциклона;  $n$  - показник ступеня, який може змінюватися від -1 до +1.

Тарьян висловив припущення, що показник ступеня  $n$  визначається турбулентністю потоку рідини в гідроциклоні. При низькій турбулентності він наближається до 1, а при високій - до 0,5. За умови відсутності відносного руху частинок в тангенціальному напрямку силу опору краще визначати за законом Стокса з огляду на те, що параметр Рейнольдса для руху частинки в радіальному напрямку складає величину порядку одиниці, незважаючи на турбулентний характер течії рідини в гідроциклоні. При відомому значенні швидкості визначається різниця між поділом у відцентровому і в гравітаційному полях у важких середовищах щодо швидкості поділу.

А.І. Жангарін дослідив, що змінення значень радіальної швидкості на рівні живильного патрубку підпорядковується залежності. Деякі дослідники, спрощуючи задачу приймають радіальні швидкості усередненими по коаксильному перетину на будь-якому радіусі, вважаючи, що рідина, яка рухається від периферії до вісі гідроциклона, розподіляється рівномірно по всій висоті циліндричної поверхні між зливним та пісковим патрубками. В цьому випадку для розрахунку усереднених значень  $U_r$  в будь-якому горизонтальному перетині апарату має вигляд

$$U_r = \frac{Q_{\text{заг}}}{2\pi r h}$$

де  $U_r$  - середнє значення радіальної швидкості рідини в коаксильному перетині на радіусі  $r$ ;  $h$  - висота коаксильного перетину між розвантажувальними отворами.

В класичному підході радіальні швидкості ручу частинок визначають на основі рівняння динаміки розділення мінералів в гідроциклонах та формулюють на основі принципу Даламбера (метод кінетостатики)

Де кожна з представлених сил: центр обіжна, Архімедова, опір середовища по Стоксу, сили тяжіння та інерції, може бути описана, виходячи із всім відомих залежностей з використанням таких параметрів як: діаметр мінеральної частинки, м; щільність мінеральної частинки, кг/м<sup>3</sup>; щільність середовища, кг/м<sup>3</sup>; радіус обертання мінеральної часточки, маса мінеральної частинки, кутова швидкість руху.

Таким чином, розглянувши існуючі методики математичного опису руху частинок у гідроциклоні можна зробити висновки, що не існує універсального методу розрахунків величин очікуваних показників розділу, а також єдиного підходу до розрахунку процесу гідроциклонування та параметрів гідроциклонів з урахуванням їх специфічних особливостей та складності в схемах з'єднання гідроциклонів.

УДК 622.765: 622.34

Н.В. КУШНІРУК, канд.техн.наук, доц., М.Б. ПОЛОВИНКИНА, магістр  
Криворізький національний університет

## АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МАГНЕТИТОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ ПАТ «ПІВН ГЗК»

У наш час Україна займає провідне місце у світовому балансі залізорудної сировини по запасах, виробництва, споживання та експорту продукції. Для вирішення задач збагачення магнетитових кварцитів проведена технологічна і економічна оцінка найбільш ефективного методу збагачення, що забезпечує отримання високоякісного концентрату при мінімальних витратах.

Аналіз методів підвищення якості залізородних концентратів за кордоном дозволить швидше вирішити проблеми збагачення магнетитових кварцитів в Україні. Розглянуті руди що подібні рудам Першотравневого та Ганнівського родовищ, що є сировинною базою ПАТ «ПівніЗК».

Руди відкритого видобутку представлені залізозмісними мінералами (магнетит, гематит, мартит) та порожньою породою у вигляді кварцу. Крупність зерен магнетиту знаходяться в межах від 0,01 до 0,04 мм. Враховуючі значну відмінність у магнітній сприйнятливості основних продовміщуючих мінералів магнетиту та кварцу основною операцією збагачення руд даного типу є магнітна сепарація. В результаті з вихідної сировини зі вмістом заліза загального 31-35% за багатостадійними однотипними схемами збагачення на комбінатах Криворізького залізородного басейну отримуємо концентрат зі вмістом 65-68% заліза і 7-9% кремнезему.

З підвищенням попиту на світовому ринку на високоякісні низькокремністі концентрати, що містять не менше 70% заліза і не більше 3% кремнезему, змушують виробників залізородної продукції модернізувати свої технологічні схеми, шукати можливість їх удосконалення або введення додаткових способів обробки. Від якості концентрату і підготовлених з нього агломерату та обкотишів залежать техніко-економічні показники роботи металургійних підприємств і собівартість металу.

Тому перед виробниками стоїть актуальне завдання з отримання конкурентноспроможних концентратів з залізородної сировини.

Аналіз результатів досліджень дозволив визначитися з основних заходами підвищення вмісту цінного компоненту у готовій продукції, а саме введення в технологію операцій передзбагачення вихідної сировини (суха магнітна сепарація) та доведення чорного концентрату (тонке грохочення, флотаційна доводка), стадіального виділення концентратів, використання модернізованих магнітних сепараторів.

За результатами досліджень високі технологічні показники по доведенню магнетитового концентрату отримані із застосуванням магнітно-гравітаційного класифікатора типу (МГК-1500).

Показано, що при використанні МГК-1500 масову частку заліза в концентраті можна підвищити до 68,5-69,0% без використання тонкого грохочення [1].

З метою підвищення якості концентрату на окремих комбінатах в якості доводочної операції використовується тонке грохочення, що дозволяє підвищити масову частку заліза з 65,7 до 67,6% з одночасним підвищенням вилучення металу з 76,4 до 78,0%.

У наш час на багатьох підприємствах досліджується можливість застосування для цих цілей грохотів «Деррік» [2].

У лабораторних умовах при флотаційному доведенні магнетитових концентратів на технічній воді при природному рН =8,3 і витраті збирачів 100 -150 г/т отримано в концентратах вміст заліза: з амінами Березняківського «АО Азот» 68,2-70,6%, з діаміни DA-16 фірми Tomah Products Inc (США) -68,5 -69,5%, з аміноефірами Procol SK921 DPI-5515 (ф. Ciba (Німеччина) – 69,2-69,8, з сумішшю амінів кокосового масла «Лілафлот КК АС» фірми Keno Gard (Норвегія) - 69,8 -70,4%. При використанні збирачів DA-16 і DPI-5515 відзначається незруйновна піна [3,4]

Флотаційне доведення залізородних концентратів з технологічної точки зору є найбільш досконалим і кардинально вирішує проблему виробництва чистих залізородних концентратів, аж до отримання моно мінеральних фракцій. Доведення має мету знизити вміст кремнезему у формі кварцу і силікатів, попутно знижується вміст лугів ( $K_2O + Na_2O$ ), які в основному входять до складу силікатів, що дозволяє використовувати окатиші для подальшої металізації [5].

Аналіз структурних технологічних схем збагачення тонко вкраплених магнетитових руд показує, що найбільш ефективним методом підвищення якості залізних концентратів є «зворотна» катіонна флотація, з вилученням пороудоутворюючих мінералів у пінний продукт.

Таким чином, для підвищення якості магнетитових концентратів ПАТ «ПівніЗК» доцільно розробити технологію доводки з використанням колонної катіонної флотації. Це дозволить підвищити вміст цінного компоненту до 70,5. Для цього необхідно детально вивчити речовинний та гранулометричний склад сировини, її фізико-механічні властивості, які будуть суттєво впливати на процес збагачення.

#### *Список літератури*

1. **Алейников Н.А.** Получение высококачественных магнетитовых концентратов в магнитных полях малой напряженности//Обогащение руд и проблема безотходной технологии. – Л.: Наука. – 1980. – С.73-75.
2. **Стаханов В.В., Зайцев Г.В.** Перспективы применения тонкого грохочения в технологии обогащения железорудного сырья. Отчет НИИ «Уралмеханобр», Екатеринбург, 2000 г.
3. **Остапенко П.Е.** Обогащение железных руд. – М.: Недра, 1977. – 274 с.
4. **Белаш Ф.Н.** Пути освоения флотации железных окислов в Криворожском бассейне. // «Изв. Вузов, Горный журнал». - 1960. - № 3.
5. **Гристан Е.Л., Турецкий Я.М.** Получение высокосортных железных концентратов методом флотации // Бюллетень ЦИИИ ЧМ.- 1961.-№10.

УДК 622.762:622.34

Т.А. ОЛІЙНИК, д-р техн. наук, проф., А.О. ПОЛТАВСЬКИЙ, магістрант  
Криворізький національний університет

### **«ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІДСАДКИ ПРИ ПОПЕРЕДНЬОМУ ЗБАГАЧЕННІ ОКИСЛЕНИХ РУД НА ПРИКЛАДІ ВАЛЯВКІНСЬКОГО РОДОВИЩА»**

Стрімкий зріст чорної металургії потребує посиленого розвитку видобутку залізорудної сировини із залученням у переробку залізистих кварцитів, які видобуваються. Альтернативною сировиною є окислені залізисті руди. Тому освоєння збагачення даного виду сировини в Україні та за її межами є однією з найважливіших задач, що стоять перед залізорудною промисловістю. Розробка технології їх попереднього збагачення дозволить знизити собівартість отримання кінцевого товарного концентрату та отримати товарну продукцію стабільної якості.

Аналіз технології збагачення окислених кварцитів показав що отримати концентрат з вмістом заліза 64% і більше можливо за умов застосування гравітаційних, магнітних та флотаційних методів збагачення.

Застосування флотаційного методу збагачення заважає недостатньо вивчені екологічні наслідки в густонаселений районах. Магнітний метод використовувався для збагачення бідних гематитових руд в різних варіантах ( обпал-магнітна технологія на Лисаковському ГЗК, високоінтенсивна магнітна сепарація на «ГОКОР», та ГЗК комбінату «Арселор Міттал», магнітна сепарація при виробництві агломераційної руди на устаткуванні фірми «Укрекологія»), але отримані результати показали, що магнітний метод недостатньо ефективний, в першу чергу, внаслідок недостатньо високої якості кінцевого продукту при високих виробничих витратах. З цих причин особливу увагу було приділено вивченню можливостей гравітаційного збагачення продуктів дроблення гематитових кварцитів.

Для дослідження були відібрані мінеральні проби Валявкінського родовища, з метою досягнення максимальної однорідності матеріалу проб опробування проводилося точковим методом. Було відібрано 100 мінеральних проб із забоїв кар'єрів, автомобільних і залізничних спец. відвалів (складах) ВАТ "ПГЗК", з яких потім було створено 9 різних мінеральних різновидів.

У зв'язку з тим, що руди містять джеспіліти, хлоритові, дисперсно - гематит - хлоритові сланці і малорудні кварцові шари, які є досить важкозбагачуваними магнітними методами, як альтернатива магнітної сепарації була вивчена доцільність застосування в технології переробки сировини гравітаційних методів його збагачення - відсадки і гвинтовий сепарації.

У процесі виконання технологічних досліджень була проведена серія експериментів на експериментальній установці, повністю моделюючої процес гідравлічної відсадки.

Відсаження дробленої руди в крупності 5-0 мм здійснювалася без попереднього знешламлення на решітках з штучною «постелью» з мінералів руди тієї ж крупності.

Діапазон частот пульсацій підтримувався від 0-3 Гц. Найкращі результати отримані при частоті пульсацій 90 коливань на хвилину або 1,5 Гц (з них при пуску - 0,45 Гц і при випуску - 1,05 Гц).

Режим відсаження поєднувався з промивкою і вибирався таким чином, щоб забезпечувалося не тільки ефективне розділення різноманітних мінералів, що складають проби руди, але й диспергацію і видалення в злив тонких шламистих частинок.

Аналіз результатів досліджень показав, що виділити аглоруду з проб представлених різновидів не вдалося. У результаті аналізу результатів гідравлічної відсадки встановлена можливість виділення з будь-якого мінерального різновиду хвостів (фракція 1) з масовою часткою заліза загального 13,11-26,36 %. З генеральної проби виділені хвости в кількості 25,85 % з масовою часткою заліза 20,83 %, що свідчить про те, що основною метою гідравлічної відсадки окислених руд в крупності 5-0 мм є виділення відвальних хвостів і промпродукту, який далі необхідно направляти на подальше збагачення. Приріст масової частки заліза в промпродукт склав в середньому 5-6 %.

Виділення в голові схеми відвальних хвостів дозволить знизити навантаження на подальше подрібнення, магнітну сепарацію в слабких і сильних полях.

Отже, розроблена схема збагачення окислених залізних руд з використанням методу відсадки, яка дозволяє отримати концентрат з масовою часткою заліза 64,5-65,5%.

УДК 553.31 (477.63)

Н.В. КУШНІРУК, канд. техн. наук, доц., У.О. БАБЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

### **АНАЛІЗ РОБОТИ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ**

Збагачення магнетитових кварцитів є одним з найголовніших напрямків розвитку металургійної промисловості. Вилучення концентрату високої якості та зменшення питомих витрат електроенергії це основні питання наукових досліджень у галузі збагачення.

Аналітичний огляд технологій збагачення магнетитових кварцитів, що використовуються на комбінатах Криворізького басейну сьогодні дозволить швидше знайти шляхи вирішення цих проблем.

Криворізький залізорудний басейн є другим після КМА за ресурсами розвіданих запасів залізних руд.

Залістисті кварцити представлені у всіх рудних полях магнетитовими, магнетит-гематитовими та гематитові типами.

Основне промислове значення мають неокислені магнетит та магнетит-гематитові різновиди.

Враховані балансові запаси залістистих роговиків басейна складають близько 19,6 млрд т ці запаси розподілені наступним чином: магнетитові кварцити, що вміщують 31-39% заліза, - 10,7 млрд т (54,5%); гематитові кварцити, що вміщують близько 38 % заліза, - 8,9 млрд т (45,5%).

Особливості мінеральних різновидів суттєво впливають на технологічний процес рудопідготовки та збагачення за фізичними та хімічними властивостями.

Розробку родовищ та збагачення сировини Криворізького басейну здійснюють на п'яти гірничозбагачувальних комбінатах: ПАТ «ПівдГЗК», ПАТ «АрселорМиттал», ПАТ «ЦГЗК», ПАТ «ПівнГЗК» та ПАТ «ІнГЗК».

Рудна база ПАТ «ПівдГЗК» це магнетитові і гематито-магнетитові різновиди, що вміщують 36-38% заліза, карбонатно-силікатно-магнетитові - 30-36%.

У теперішній час на ПАТ «ПівдГЗК» використовується технологічна схема збагачення магнетитових кварцитів, що включає: дроблення в 3-4 стадії, 3 стадії подрібнення та 4-5 стадій магнітної сепарації.

Проектна продуктивність комбінату за вихідною рудою складає 30,5 млн т на рік, а за концентратом 14,556 млн т на рік зі вмістом 65 % заліза, при вилученні 79,3 %.

ПАТ «АрселорМиттал» має сировинну базу яка представлена карбонатно-магнетитовими та хлорито-карбонатно-магнетитовими роговиками.

За текстурно-структурним складом руда являється тонкошаровою, дрібновокрапленою.

Гірничозбагачувальний комбінат, що включає у себе дроблення руди що відбувається у чотири стадії.

Перед останньою стадією дроблення відбувається грохочення руди за класом 25 мм.

Схема дроблення дозволяє скоротити крупність руди з 1500 до 25-0 мм (7 % класу +25 мм).

Збагачувальна фабрика складається з 9 секцій, з них одна секція являється дослідною з безшаровим подрібненням руди.

Секції працюють по схемі, що включає чотири стадії подрібнення та три стадії збагачення.

Сировинною базою ПАТ «ЦГЗК» є залістисті кварцити, складені сидерито-магнетитовими та хлорито-сидерито-магнетитовими роговиками.

Технологічна схема збагачувальної фабрики включає у себе дроблення руди, що відбувається у чотири стадії з використанням грохочення руди по класу 25 мм перед останньою стадією.

Схема дроблення дозволяє скорочувати крупність руди з 1200 до 25-0мм (8 % класу +25 мм). Для збагачення магнетитової руди по проекту передбачено 11 секцій.

Секції експлуатуються по схемі, що включає три стадії подрібнення та п'ять стадій збагачення.

На ПАТ «ІнГЗК» з кар'єру надходять неокислені залістистими кварцитами.

Схема рудопідготовки включає чотири стадії дроблення, після чого руда надходить на дві збагачувальні фабрики з застосуванням кульового помелу та повного самоподрібнення.

Річна виробнича потужність фабрик більше 14 млн т залізорудного концентрату зі вмістом заліза 64 %. Для стабілізації речовинного складу вихідної сировини застосовують суху магнітну сепарацію, а для доводки чорного концентрату – флотацію.

ПАТ «ПівнГЗК» працює з використанням схеми дроблення руди у чотири стадії з використанням грохочення руди по класу 20 мм перед останньою стадією.

Схема дроблення дозволяє скорочувати крупність руди від 1200 до 25-0 мм. Збагачувальна фабрика складається з восьми секцій.

Секції експлуатуються по схемі, що включає три стадії подрібнення та чотири стадії збагачення.

Продуктивність секції 226,4 т/год по руді, 88,5 т/год по концентрату.

Схема подрібнення забезпечує кінцеву крупність помелу 98% класу -0,074 мм або 92% класу мінус 0,053 мм.

Схеми збагачування, що використовуються на комбінатах одноступінні та багатоступінні в їх основу покладена значна відмінність пороудоутворюючих компонентів у магнітній сприятливості, на відміну від закордонних аналогів, де концентрат отримуються на комбінованих схемах.

Тому мокру магнітну сепарацію та гідросепарацію розглядали в якості основних для подальшого удосконалення.

**Отже**, перспективними являються технології в яких можливості основних операцій збагачення (магнітна сепарація та гідросепарація) істотно розширені за рахунок додаткового використання приладів та апаратів, що мають відмінні – комбіновані механізми розділення.

УДК622.7: 622.794

Т.А. ОЛІЙНИК, д-р техн. наук, проф., А.В. ВАСИЛИШИНА магістрант

Криворізький національний університет

## **ВИВЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПЕРЕРОБКИ «ЧЕРВОНИХ» ШЛАМІВ НА ПРЕДМЕТ ОТРИМАННЯ ЗАЛІЗОКИСНИХ ПІГМЕНТІВ**

Одним з перспективних напрямків формування кольорової промисловості України є розвиток її головної галузі - алюмінієвої промисловості. Україна у світовій алюмінієвій промисловості є одним з великих виробників і експортерів алюмінію, а також великим потенційним споживачем кредитних ресурсів для цілей модернізації та розвитку виробництва.

Україні є власні алюмінієві ресурси. Однак запаси бокситів на території України незначні. Тому особливої уваги набуває техногенна сировина українських підприємств з виробництва глиноземів.

Сучасні підприємства глиноземного виробництва, не володіють технологією комплексної переробки бокситів і складують відходи в хвостосховища, вважаючи подальшу переробку економічно не доцільною, створюючи екологічну небезпеку для промислових регіонів.

Відходами виробництва глинозему з глиноземовміщуючої сировини, зокрема бокситів, є червоні шлами. Враховуючи особливості хімічного складу (високий вміст оксидів заліза і алюмінію) і високу дисперсність (вміст фракції - 5 мкм досягає 80 %) у першу чергу практичний інтерес представляють методи переробки червоного шламу з максимальним виділенням компонентів у товарні продукти.

У зв'язку з цим, особливо актуальним стає завдання розробки технології збагачення практично не вивчених відходів українського глиноземного виробництва - червоних шламів, створення якої дозволить вирішити ряд як технологічних, так і екологічних проблем нашої країни.

В якості об'єкта досліджень використані червоні шлами Миколаївського глиноземного заводу. Метою роботи є визначення мінералогічного, гранулометричного складу відвальних червоних шламів і вивчення їх фізико-механічних властивостей червоних шламів, які є багатокомпонентними системами. Результати вивчення технологічних властивостей червоних шламів дозволить з'ясувати можливість їх переробки.

Зіставлення результатів хімічного аналізу з ситовим показало, що в дрібних фракціях (- 0,01 мм) концентруються мінерали, що містять  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , а карбонати і сірка більш зосереджені у крупних класах. Мінерали, що вміщують алюміній, розподілені за класами крупності рівномірно, також як і сполуки кремнію. Зерна, розмір яких перевищує 1,2 мм, представлені частинками бокситу з вмістом  $Al_2O_3$  - 34,3%.

Враховуючи, що саме дрібні фракції можна використовувати для отримання продукту, придатного для переробки на залізоокисний пігмент, гідроциклонування червоного шламу потрібно вести при виході пісків від 15 до 20 %.

В результаті гідроциклонування червоного шламу відбувається збагачення зливу сполуками заліза, титану. Вміст сірки в пісках збільшується до 4,88 %, а в зливі зменшується до 0,88 %. Тому з метою зниження вмісту сульфідної сірки у вихідному продукті перед прожарюванням проводилася наступна серія експериментів, яка включала дослідження процесу гідроциклонування по граничній крупності зерна 0,02 мм. Встановлено, що в зливці циклонів (фракція мінус 0,02 мм) відбувається зменшення вмісту сірки до 0,4 %, що забезпечує червоний колір отриманого пігменту, і підвищується вміст заліза з 39 до 53 %.

Для одержання безпосередньо залізоокисного пігменту пробу, після поділу за класами крупності, а саме фракцію мінус 0,02 мм відфільтровували, промивали до рН промивних вод, рівного 8,5, висушували і прожарювали в барабанній печі.

Отриманий пігмент має наступний хімічний склад в перерахунку на оксиди, мас. %:  $Fe_2O_3$  - 53,0;  $Al_2O_3$  - 13,5;  $CaO$  - 7,0;  $S$  - 0,4;  $TiO_2$  - 3,5;  $SiO_2$  - 6,5.

УДК 622.74.913.3

О.В. БУЛАХ, канд. техн. наук, доц., І.В. ХМІЛЬ, аспірант,  
О.Л. КОСТЮЧИК, магістрант, Криворізький національний університет

### **ВПРОВАЖДЕННЯ ОПЕРАЦІЇ ТОНКОГО ГРОХОЧЕННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗАЛИЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТУ І ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ НА ПРОЦЕС ПОДРІБНЕННЯ В УМОВАХ РЗФ-1 ПАТ «ПівнГЗК»**

Для гірничодобувних підприємств України та країн СНД характерно постійне зменшення масової частки заліза у видобутих рудах, що пов'язано з залученням у переробку значного обсягу магнетитових руд з дисперсним і вельми тонким рудним вкрапленням.

Це призводить до збільшення тинини помелу готових продуктів, що спричиняє зростання витрат електроенергії на подрібнення, частка яких досягає 35% (аналіз собівартості РЗФ-1 ПАТ «ПівнГЗК» за 2011р) від загальних витрат переділу збагачення.

Підвищення якості магнетитових концентратів було і залишається актуальним, як в країнах СНД, так і за кордоном, при цьому, основними напрямками є:

зниження крупності подрібнення, тобто розкриття зростків, з подальшим магнітним збагаченням подрібненого продукту;

флотація рядових концентратів;  
застосування тонкого грохочення;  
використання операції знешламлення.

Дослідженню процесу тонкого грохочення було присвячено багато робіт галузевих інститутів чорної та кольорової металургії в період 1970-1980 рр, окрім того були проведені промислові дослідні грохоти фірми «Раніфайн» (США) та грохоти, розроблені інститутом Механобр, на Лебединському й Полтавському ГЗК, які показали, що обидва грохоти схильні до забивання та заростання робочих зазорів важкими зернами.

У даний час вже є позитивний досвід від застосування операції тонкого грохочення на ряді підприємств: ВАТ «Карельський окатиш», ВАТ «Соколово-Сарбайське ГВО», ВАТ «Ковдорський ГЗК», ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ВАТ «Олкон» та інших.

Досвід показує, що інвестиційні та експлуатаційні витрати при тонкому грохоченні значно нижчі, ніж при досягненні тих же технологічних параметрів подальшим подрібненням або пінної флотації.

В процесі виконання досліджень були проведені випробування залізної руди ПАТ «Пів-НГЗК» в два етапи з основною метою – визначення можливості отримання концентрату з вмістом заліза більше 67% по двостадійній схемі з використанням операції тонкого грохочення.

На першому етапі використовували безперервно діючу установку продуктивністю 100 кг/год, з розробкою та подальшим випробуванням восьми технологічних схем, у шести з яких використовували магнітне збагачення, дешламацію і тонке грохочення; у двох - включені операції гравітаційного збагачення.

На другому етапі була задіяна «однотонна» установка для випробування п'яти варіантів схем, за результатами якого відзначено, що подрішаний продукт на  $\approx 10\%$  багатший, ніж надрешітний, що цілком зрозуміло – у ньому зосереджена основна доля зростків (до 45%); надрешітний продукт в подальшому підлягав подрібненню і подальшому збагаченню.

За обома варіантами отримано концентрат з вмістом заліза вище 67%.

Але з компонувальних міркувань прийнято рішення відійти від використання грохочення після першої стадії магнітного збагачення і далі розглядались лише 2 варіанти схем.

Для проектних робіт рекомендовано 2 варіанта схем:

- з продуктивністю 200 т/год;
- з продуктивністю 250 т/год.

УДК 622.73

І.В. ХМІЛЬ, аспірант, Т.Н. ГАПРІНДАШВІЛІ, магістр  
Криворізький національний університет

### **ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ НА ПОДРІБНЕННЯ ЗАЛІЗНИХ РУД ЗА РАХУНОК ЗАМІНИ ФУТЕРУВАННЯ МЛИНІВ**

Україна займає провідне місце у світі по запасах залізної руди й має у своєму розпорядженні потужну гірничорудну галузь.

У Програмі розвитку й реформування гірничо-металургійного комплексу України передбачається зростання виробництва залізорудної сировини в Україні з 55,9 млн т/рік до 61,0 млн т/рік, відповідно на 9,2% при одночасному підвищенні якості концентрату на 0,94-1,37% та зниженні енергоємності виробництва [1].

Одним з напрямків поліпшення якості концентрату є підвищення ступеня розкриття мінералів у циклах подрібнення.

Процес подрібнення в млинах є найбільш енергоємною операцією циклу підготовки руди до збагачення, так як на цей цикл операцій витрачається до 30% енергоресурсів ГЗК, що становить 4,5-5% енергоспоживання всього гірничо-металургійного комплексу.

Тому дослідження спрямовані на інтенсифікацію існуючого процесу подрібнення в кульових барабанних млинах з метою зниження енерговитрат є необхідними й актуальними.

Від товщини та форми футеровки барабану залежить робочий об'єм млина, а також характер руху шарів та їх взаємодія з футеровкою.

Внаслідок цього профіль футерувальних плит барабана суттєво впливає на зношування футеровки, на питомі витрати електроенергії, продуктивність млина та товщину подрібнення [4].

У даний час на гірничо-збагачувальних комбінатах з переробки залізних руд в млинах першої стадії подрібнення, що працюють на відносно крупній руді і кулях великих розмірів, застосовуються в якості футеровки циліндричної частини барабана броньові плити з різноманітними профілями поперечного перерізу (хвильовий, Крюкова, каскадний, балковий, ребристий, нікель, ступінчастий та інші), які виготовлені з високомарганцевистих сталей типу 110Г13Л [1-4], а також білих чавунів типу ИЧ210Х12Г5 (ВУ-4) і ИЧ210Х30Г3 (ВУ-10) [1]. Це веде до збільшення номенклатури ливарними цехами деталей і утруднення уніфікації ремонтних комплектів.

На млинах другої та третьої стадій успішно застосовується гумова футеровка.

Досвід експлуатації млинів цих стадій подрібнення [2] показав, що термін служби гумових футеровок в 2-2,5 рази вище, ніж з марганцевистих сталей. Крім цього з впровадженням гумової футеровки знизився до санітарних норм шум, а вага комплекту футеровки зменшився щонайменше на 85%. Відзначається підвищення продуктивності млинів, обладнаних гумовою футеровкою, яке в окремих випадках можна пояснити збільшенням корисного об'єму млини.

На ПАТ «ПівніГЗК» основні енерговитрати припадають на процеси дроблення і подрібнення і досягають 100,61 кВт·год/т концентрату (дані за 2012 р.), у тому числі по переділу подрібнення - 51,88 кВт·год/ т концентрату [12].

На РЗФ-1 ПАТ «ПівніГЗК» були проведені порівняльні промислові випробування гумової футеровки різних профілів для визначення терміну служби, питомої витрати електроенергії і впливу її застосування на технологічні показники роботи млинів.

Враховуючи результати технологічних випробувань резиноним футеруванням різних профілів у млинах МШЦ 3,6×5,5 в умовах РЗФ-1 доцільно застосувати: у другій стадії подрібнення гумову футеровку типу «плита - ліфтер» чи «плита - самофутеруюча»; у третій стадії подрібнення гумову футеровку типу плита-плита «Хвиля» [2,25].

Питома витрата електроенергії на млинах з гумовою футеровкою («Плита-Хвиля») за весь період випробувань у порівнянні з металевою футеровкою нижче: у другій стадії подрібнення на 7,1 %, у третій стадії подрібнення на 7,46 %.

Отже, застосування гумових футеровок в технологічних схемах рудопідготовки дозволило: знизити питому витрату мелючих тіл на 10 % і знизити питому витрату.

УДК 622.7.622.34

О.В. БУЛАХ, канд. техн. наук, доц., К.Г. ШАПОВАЛОВА, магістрантка  
Криворізький національний університет

## **РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАЛУЧЕННЯ У ПЕРЕРОБКУ ЗАЛІЗНИХ РУД ПІВНІЧНОЇ ЧАСТИНИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО РАЙОНУ**

У надрах України сконцентровано велику кількість запасів залізних руд які, на сьогоднішній день у більшості випадків, потребують збагачення для отримання конкурентоспроможних, як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках.

Залізна руда є основною сировиною для всього гірничо-металургійного комплексу України, тому вона має важливе народногосподарське значення для економіки, оскільки частка гірничо-металургійного комплексу складає 40% всього народного господарства країни.

Більша частина запасів залізних руд належить до Криворізького залізорудного басейну, але приблизно 4,5 млн т залізних руд сконцентровано у родовищах Кременчуцькому залізорудному району які є сировинною базою Полтавського ГЗК.



На даний час Полтавський ГЗК використовує Горишне-Плавнинське та Лавриківське родовища, але для збільшення потужностей існуючого комбінату та навіть будівництва нового виникає необхідність видобутку та наступного збагачення залізних руд розвіданих але не залучених у переробку резервних родовищ, а саме: Єристовського, Харченківського, Броварковського та деяких ділянок північної частини залізрудного району.

Промислові запаси Кременчуцького залізрудного району - це багаті залізні руди з вмістом заліза 58,5%; рудні прошарки складають 47,3%, змішані прошарки, в яких спостерігаються найтонші зростки рудних і нерудних мінералів - 14,2% і безрудні прошарки - 38,5% сумарної потужності; середня потужність рудних прошарків за численними замірами 4,1 мм, змішаних-4,3 мм і нерудних -3,0 мм; магнетитові кварцити родовища складаються з 34,7% заліза загального, 41,4% кремнезема, 0,12% сірки, 0,034 % фосфора.

Руди відрізняються тонкою вкрапленістю, складним характером проростання рудних та нерудних матеріалів і є складним об'єктом для збагачення з одержанням якісних залізрудних концентратів.

Згідно з аналізом дисперсності компонентів концентрату середня крупність зерен магнетиту - близько 30 мкм, а його зростків з кварцем - 37 мкм.

Досліджувані проби представлені силікатно-магнетитовими, магнетитових-гематитових, магнетитових-силікатними кварцитами з вмістом заліза загального в пробах 27,4-38,0%, заліза магнетитового 16,4-29,7%; вміст шкідливих домішок: сірки 0,033-0,315%; фосфору 0,017-0,084%; текстура руд, в основному, є неясно шаруватою; подрібнюваність проб щодо руди ПГЗК становить 45-110 %, розкриття мінералів відбувається при крупності 0,074-0,05 мм.

Дроблення вихідних проб проводяться в шоківій дробарці до крупності 16 мм (I стадія) і 5 мм (II стадія); дослід з подрібненням руди крупністю 5-0 мм виконані в млині з внутрішніми розмірами барабана L×D = 290×360 мм при T:Ж = 4:1 і часу - подрібнення 10,20,30,40 хв, аналіз проводився в трубчастому аналізаторі 25Т-СЕМ при напрузі магнітного поля 160 кА / м.

Визначення кінцевої крупності подрібнення виконано шляхом доподрібнення промпродукта I стадії до різної крупності, доподрібнений промпродукт збагачувався на магнітному сепараторі при напруженості магнітного поля 96 кА / м; результати показали, що отримання концентрату з вмістом заліза 65 % і вище можливе при крупності подрібнення 98 % класу -0,074 мм за винятком деяких проб, з яких навіть при крупності подрібнення 98 % класу -0,05 мм отримані концентрати з вмістом заліза 60,5-63,1 %. Ці проби можна віднести до важкозбагачуваних.

За запропонованою технологією отримані концентрати з вмістом заліза 60,5-69,7% при виході їх 26,9-45,2% і вилученні заліза в концентрат 60,5-82, 0%; вміст шкідливих домішок в концентратах: сірки 0,014-0,105 %, фосфору 0,0048-0,019 %; основність концентратів 0,06-0,166, питома поверхня 141,7-238,1 м<sup>2</sup> / кг×10<sup>3</sup>.

## **Секція 14 – ПРОБЛЕМИ ПЕДАГОГІКИ**

УДК 622.28.044

Т.П. БУРНАСОВА, студентка, Криворізький національний університет

### **МОВНОСТИЛІСТИЧНІ ПРОБЛЕМИ УКРАЇНСЬКОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ**

Наразі у світі відбувається глобальний та інтернаціональний процес формування інформаційних суспільств, що, безумовно, стосується й України.

Формування сучасного інформаційного суспільства передбачає розвиток інформаційних технологій (ІТ), зокрема комп'ютерних.

Тому перед нами стоїть завдання не лише сприяння розвитку інформаційних технологій в Україні, а й завдання адаптації цього глобального, інтернаціонального явища до українського національно-культурного простору.

Одним з найголовніших компонентів такої адаптації є українізація текстових інтерфейсів комп'ютерних програм.

Сучасна українська комп'ютерна термінологія є однією з динамічних термінологічних систем, адже інтенсивний розвиток інноваційних комп'ютерних технологій та комп'ютерної техніки вимагає постійного введення нових понять.

Виникнення нових лексичних утворень спонукає фахівців формувати єдину систему загальноприйнятих комп'ютерних термінів.

Слід зауважити, що такі терміноодиниці мають відповідати міжнародним стандартам, а також нормам сучасної української літературної мови.

Сформованість україномовної ІТ-термінології виявляє себе все ж таки у відсутності в Україні єдиного глосарія комп'ютерних термінів.

Саме це є одним із чинників, що гальмує розвиток вітчизняних високих ІТ і стає перешкодою до повної реалізації ознак поліфункціональності української мови.

Через відсутність єдиного глосарія, який містив би закріплені та уніфіковані терміни, програмісти-перекладачі часто обирають лексему на свій розсуд чи смак.

При цьому часто переважає порушення норм на лексичному рівні.

Такі норми регулюють використання термінів відповідно до їхнього лексичного значення і не допускають уживання калькованих термінів або суржикових конструкцій.

На словотвірному рівні в спеціалізованих словниках спостерігаємо переважно інтерферентні порушення в таких випадках: інтерферентне вживання префіксів: зноска - виноска, поправити текст - виправити текст; неправильне вживання суфіксів: сортировка - сортування (краще упорядкування), кнопочна форма - кнопкова форма, лінійчаста діаграма - лінійна діаграма; ненормативне вживання композитних термінів: гіперзсилка - гіперпосилання; маркований список - маркований список.

Отже, слід пам'ятати, що «творення нового слова - це не лише знання чи пошук суфіксів, префіксів, це відчуття матриці власної мови» [1, с.57].

На морфологічному рівні найтипівішими помилками є: уживання невмотивованого закінчення родового відмінка однини іменників чоловічого роду II відміни.

Особливістю вживання родового відмінка однини цих іменників є варіантність закінчень - а,(-я)/-у(-ю). Вибір закінчення залежить від лексичного значення слова, морфемної будови та наголосу.

У комп'ютерних словниках виявлено такі хиби: адаптеру, треба адаптера;

файлу, треба файла; неправильне утворення ступенів порівняння прикметників: більш ширший набір функцій (порушення норми) - ширший набір функцій, більш широкий набір функцій (правильний варіант);

метод самих менших квадратів - метод найменших квадратів.

Неправильне вживання прийменникових сполук спричиняє різні значеннєві та стилістичні неточності: вибір програми по замовчанню треба вибір програми як усталено; по зростанню, треба за зростанням; сортувати по типу, треба упорядкувати за типом.

Щодо орфографічних норм у словниках, котрі фактично мали б відображати правильне написання термінів, доводиться спостерігати такі явища:

чїп, треба: чип; тупїк, треба: тупик (до того ж лексема тупик - калька, яку варто замінити на глухий кут); арендований канал, треба: орендований канал (правопис голосних);

двохсторонній диск, треба: двосторонній диск.

Для успішного опрацювання національної ІТ-термінології надзвичайно важливою є не тільки лексикографічна робота, а й ретельний науковий аналіз зукраїнізованих текстових інтерфейсів мовознавцями і фахівцями.

Результатом аналізу мають стати практичні рекомендації і пропозиції.

На сьогодні тема україномовної локалізації програмного забезпечення не представлена розгорнуто в науковій літературі.

Українська комп'ютерна термінологія перебуває в процесі уніфікації та розвитку.

Важливим завданням термінологів, як і користувачів комп'ютерної техніки, є спостереження за дотриманням автентичних законів термінотворення та терміновжитку.

### *Список літератури*

1. **Фаріон І. Д.** Мовна норма : знищення, пошук, віднова (Науково-навчальне видання) : [монографія] / **Ірина Дмитрівна Фаріон.** - Івано-Франківськ : Місто НВ, 2010. - 328 с.

Н. О. ГЕРАСИМЕНКО, канд., педагогічних наук, КПІ Криворізький національний університет

## КОНСУЛЬТУВАННЯ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

У статті окреслено основні підходи до трактування терміну «консультування». Розглянуто основні види консультування й відповідні їм консультації.

**Постановка проблеми.** Для збільшення конкурентоспроможності нашої країни у світі потрібні висококваліфіковані фахівці з вищою освітою, які прагнуть до професійного розвитку протягом усього свого життя, здатні вирішувати проблемні ситуації та приймати самостійні відповідальні рішення в умовах невизначеності й швидкоплинності світу, що пояснює особливі вимоги до системи вищої професійної освіти.

Необхідність змін у вищій освіті диктується об'єктивною ситуацією формування єдиного європейського освітнього простору і накладає певні зобов'язання на нашу країну в плані підготовки випускників університету, які повинні бути реалізовані в логіці єдиних вимог, та сприяння професійному розвитку майбутніх фахівців протягом усього життя. Для досягнення поставлених цілей в університетах створені умови вибору варіантів досягнення освітніх результатів і побудови на їх основі життєвих і професійних перспектив.

Наявність нагальної потреби у пошуках механізмів організації самостійної роботи такого рівня, який слугує цілям професійної підготовки студента вищого навчального закладу визначає актуальність статті.

Пошуки раціональної організації навчального процесу взагалі й самостійної роботи зокрема, були довготривалими й суперечливими. Однак, у цілому призвели до серйозних видозмін у класно-урочній системі, сприяли урізноманітненню форм організації навчання, збагаченню їх екскурсними, клубними заняттями, продовженими лекціями, лабораторними та практичними заняттями трудового характеру, конференціями, диспутами тощо, а також бригадними, ланковими та проектними формами навчання. Своє чинне місце отримала самостійна робота учнів за різноманітними за характером і змістом завданнями, розрахованими на різні терміни й різні групи учнів, у фронтальній та індивідуальній роботі, у колективній за ланковим принципом.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій** Значного розвитку теорія і практика самостійної роботи одержала завдяки Болонській декларації, що проголосила розвиток і стимуляцію активності й автономності студентів [1]. Так, у запропонованому університетами Гронингена (Нідерланди) і Деусто (Іспанія) проєкті TUNING Education Structures in Europe (Настроювання освітніх структур у Європі) самостійна робота студентів розглядається на рівні академічних і загальних компетенцій. Необхідно відзначити, що проблемі консультування студентів вищих навчальних закладів приділяється особлива увага в документах реформ освіти різних країн, що підписали Болонську декларацію. Варто відзначити Всесвітню конференцію з вищої освіти «Вища освіта у XXI столітті» (Париж, 1998), доповідь Організації економічного співробітництва та розвитку «Майстерність, підготовка та кваліфікація працівників служб супроводу» (2001), звіт Ради Європи у справах студентів «Порівняння організації служб для студентів у Європі» (2005).

**Постановка завдання** На сьогодні, не викликає суперечок факт виняткової значущості самостійної роботи студентів ВНЗ.

*По-перше*, будь-яка пізнавальна діяльність є у більшому ступені самостійною, оскільки засвоєння навчального матеріалу відбувається переважно самотужки. Викладач лише організовує пізнавальну діяльність студентів, а студент сам здійснює пізнання.

*По-друге*, самостійна робота із зрозумілих причин передбачає найбільшу різноманітність форм діяльності студентів, отже, забезпечує найвищий рівень засвоєння знань, завершує завдання всіх видів навчальної роботи.

*По-третє*, лише самостійна робота формує знання й переконання, хоча початок тут може бути покладений іншими заняттями.

*По-четверте*, самостійна робота є основою майбутньої самоосвіти спеціаліста, у більшості випадків саме вона створює необхідну мотивацію та формує вміння та навички самоосвіти.

Дана ситуація надає студентам університету можливість побудови маршруту особистісного та професійного розвитку і вироблення активної позиції щодо свого майбутнього, що надалі буде сприятиме їх розвитку протягом усього життя. Разом з цим встановлено, що в цій ситуації студенти часто не готові визначитися зі своїми освітніми потребами, можливостями, спланувати маршрут досягнення поставлених цілей, і в процесі проектування і реалізації маршруту свого професійного розвитку вони стикаються з навчальними проблемами. Нездатність студентів самостійно їх вирішити, а також відсутність достатньої допомоги з боку викладачів ускладнює професійний розвиток студентів.

Отже, в умовах сучасного освітнього процесу традиційна форма надання допомоги студентам стає малоефективною, тому необхідна інша продумана організація цілеспрямованої допомоги.

**Викладення основного матеріалу** В умовах розвитку ідей Болонського процесу, у зв'язку з нагальною необхідністю формування в студентів здатності до навчання упродовж життя консультування виступає основним компонентом системи самостійної роботи студентів вищого навчального закладу задля успішного й ефективного її функціонування.

Професор О. В. Малихін у своїй монографії вказує на консультування як одну з провідних форм організації самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів. Різні види консультування розглядаються дослідником як форми організації самостійної навчальної діяльності. Консультація проводиться у формі співбесіди індивідуально чи з групами, у поза навчальний час за певним графіком чи за потребою - після завершення вивчення розділу програми, у процесі його вивчення й особливо в період підготовки до екзаменів. Консультація сприяє кращому усвідомленню складних для учнів чи студентів питань, а також поглибленню їхніх знань і розвитку наукових інтересів.

Одним із засобів такої гуманістичної взаємодії в рамках консультації може бути діалог у формі особистісно-центрованого консультування як різновиду відносин допомоги.

У сучасній зарубіжній психолого-педагогічній літературі (Дж. Ф. Бугенталь, К. Бакналл, М. Хеммі Д. Адамс) термін «консультування» співвідносять з терміном «керівництво», вони традиційно вжи-ваються разом, в одному контексті, який трактується як «м'яке» або «легке» керівництво, що відштовхується від запитів дитини. Завдання консультанта - надати допомогу суб'єкту навчання в розв'язанні проблемної ситуації за його ініціативою. Така точка зору на сутність консультування підсилює значення даної форми інтерактивної взаємодії в процесі організації й здійснення самостійної навчальної діяльності.

У міжнародній концепції продуктивного навчання консультуванню відводиться провідна роль, і воно визначається як необхідний в освіті спосіб взаємодії, спрямований на підтримку й надання допомоги учасникам навчання в розв'язанні як освітніх, так й особистих проблем. На думку розробників цієї концепції (І. Бьом, Й. Шнайдер, С. Бентцке) педагог - це, перш за все, консультант і йому необхідно засвоїти цю нову роль і не відходити від неї під час організації самостійної роботи.

Стосовно проблем педагогічного супроводу й особистісної педагогічної підтримки учнів, студентів консультування розглядається як форма надання допомоги людині в ситуації виникнення утруднення задля розв'язання своїх власних проблем, труднощів і передбачає активну роботу, спрямовану на самопізнання, самоусвідомлення [2].

Особлива роль у процесі консультування відводиться викладачеві - консультанту. На підставі аналізу тенденцій розвитку вищої освіти, змін вимог сучасного освітнього стандарту, особливостей сучасного студента О. Попова виокремлює функції діяльності консультанта й представляє їх наступним чином: функція сприяння професійному розвитку студентів, яка характеризується допомогою студентам при вирішенні навчальних проблем; функція проектування, яка пов'язана та проявляється у проектуванні спільно зі студентом та згідно його індивідуального освітнього маршруту; функція управління, яка передбачає встановлення відносин співробітництва і партнерства з колегами у межах вищого навчального закладу, розширення ділових контактів з представниками інших вищих навчальних закладів; функції рефлексії та самоосвіти, які відображають аналіз своєї діяльності, готовність консультанта до змін у професійній діяльності на основі цілеспрямованого добровільного і самостійного придбання нових професійних знань і умінь [3].

Реалізація особистісно-центрованого консультування відбувається за супроводом певного ряду умов. К. Роджерс [4] зокрема, пропонує такі.

Максимальна повага й інтерес до проблеми, яку прагне розв'язати той, хто потребує консультації.

«Реальність особистості педагога», який поводить адекватно до тих почуттів і станів, що він переживає в процесі взаємодії зі студентом - ініціатором консультації.

Абсолютне прийняття того, хто консультується, безумовне позитивне ставлення до нього в процесі консультації.

Можливість вибору тим, хто консультується, стратегії розв'язання проблеми в процесі взаємодії, відкритість досвіду педагога досвіду студента.

Опора на самоактуалізаційну тенденцію студента в розв'язанні проблемної ситуації під час взаємодії.

У процесі групового консультування необхідно визначити проблему, яку намагаються розв'язати студенти, з'ясувати їх очікування від сумісної взаємодії, визначити розмаїття підходів до її розв'язання, надаючи тим самим можливість обирати стратегії розв'язання кожному з тих, хто прагне отримати консультацію.

Виходячи з цього, О. В. Малихін розуміє консультацію й процес консультування в цілому як одну з форм організації самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів. Важливість консультації й консультування автор доводить також тим, що відповідно до нормативних документів обов'язкові консультації на денному відділенні становлять 6 % від загального обсягу годин, відведених на вивчення конкретного навчального предмету, а на заочному - 12 %. Зрозуміло, що це замало й тому необхідно наполягати на обов'язковому включенні консультацій в організаційно-методичну роботу, що передбачена індивідуальними планами роботи професорсько-викладацького складу у вищих педагогічних навчальних закладах.

На основі всього сказаного щодо консультування й консультацій О. В. Малихін пропонує запроваджувати в процесі організації самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів наступні види консультування й відповідні їм консультації, які можна представити в такій класифікації.

Консультування за спрямованістю на суб'єкт чи суб'єкти самостійної навчальної діяльності.

Консультування за призначенням.

Консультування за рівнем інтерактивної взаємодії.

Консультування на основі диференційованого підходу.

Консультування за часом проведення[2].

**Висновки.** Отже, основні форми організації самостійної роботи студентів у вітчизняних і закордонних університетах по суті не мають відмінностей і визначаються наступними параметрами: зміст навчальної дисципліни; рівень освіченості й ступінь підготовленості студентів; необхідність упорядкування навантаження студентів при самостійній роботі.

Практично всі розробки вказують, що самостійна робота буде результативною, якщо в її організацію ввести елементи творчої активності студентів. Найбільш повно таку вимогу в процесі навчання іноземних мов реалізують форми самостійної роботи, а отже, й консультування.

### *Список літератури*

1. **Кремень В. Г.** Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти. Стратегія. Реалізація. Результати / Василь Григорович Кремень. – К. : Грамота, 2005. – 447 с.
2. **Малихін О. В.** Організація самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів : теоретико-методологічний аспект : [монографія] / **Олександр Володимирович Малихін.** – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2009. – 307 с.
3. **Попова, Е. В.** К вопросу об академическом консультировании студентов университета / Е. В. Попова // Инновационное образование и экономика. – 2009. – № 4 (15). – С. 58–59.
4. **Роджерс К.** Человекоцентрированный подход в образовании, психотерапии, психологии : [пер. с англ.] / Карл Роджерс. – Ростов-н/Д., 1996. – 244 с.

## НАВЧАННЯ ЯК ПРОЦЕС ПЕДАГОГІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

Предметом педагогічної діяльності є інша людина, що володіє власною активністю і тому вона не може бути нічим іншим як взаємодією. Взаємодія припускає найбільш високий рівень активності особистості як викладача, так і студента. У зв'язку з цим у педагогіку введено таке поняття як "педагогічна взаємодія", основна ідея якого в тому, що процес навчання не є механічною сумою впливу викладача на активність студента. Сутність педагогічної взаємодії полягає в єдності педагогічного впливу та його активного сприйняття, в результаті чого студент виступає суб'єктом змін, співучасником педагогічного процесу, а не об'єктом зовнішніх впливів викладача.

Характер прояву активності викладача та студентів у навчальній діяльності може бути різний і звідси можуть спостерігатися різні варіанти взаємодії. Педагогічна взаємодія може виявлятися у вигляді сумісної діяльності, співробітництва, коли обидві сторони досягають взаємної згоди і солідарності у визначенні цілей і шляхів її досягнення, або у вигляді суперництва, коли успіхи одних учасників сумісної діяльності стимулюють або гальмують більш продуктивну і цілеспрямовану діяльність інших. Основою, за якою ці типи взаємодії розрізняються, є механізми, які у випадку співробітництва сприяють спільній діяльності, а у випадку ж протидії – ведуть до дезорганізації її.

Сенсом спільної діяльності в навчальному процесі є співробітництво її суб'єктів, головна мета якого – надання особистості потужної мотивації, формування її потенціалу як системи творчих здібностей і передумов їх реалізації, автономності як умови самореалізації.

Співробітництво ґрунтується на суб'єкт-суб'єктних відносинах викладача зі студентами та студентами між собою, в процесі якого завдання сприймаються як групові, що потребує кооперації для вирішення та існує взаємна залежність при виконанні роботи, яка вимагає розподілу обов'язків, взаємного контролю і відповідальності. Основа функція суб'єктів учіння – активно співробітничати з іншими, прагнути до активного самостійного опанування знань та формування пов'язаних з ними вмій, здібностей самостійно переносити здобуті знання в нові ситуації, розуміти та вдосконалювати себе. Активність і самостійність студентів проявляється у здатності визначати мету, приймати рішення і діяти без сторонньої допомоги. Безперечними ознаками активності й самостійності є також різноманітні вираження зацікавленості, згоди або незгоди з одержаною інформацією, спроба доповнити її, зафіксувати, висловити своє судження.

Організація навчальної діяльності на основі співробітництва, збільшує можливості активізації інтелектуальних, фізичних і моральних ресурсів, як навчальної групи в цілому, так і кожного студента зокрема, формує творчий потенціал особистості, переводить навчання, засноване на пам'яті студентів, у навчання, в основі якого лежить мислення. На основі цього створюються передумови для ефективної взаємодії з оточуючими, збагачуються знання студента щодо власних творчих ресурсів і можливостей, формується позитивне ставлення до себе як суб'єкта різних видів діяльності.

Спільний пошук, вибір оптимальних варіантів вирішення навчально-пізнавальних проблем, створює умови для самостійної роботи кожного у взаємодії з іншими. Що вищим буде рівень взаємодії в групі, то швидше кожен студент переконається, що його «я» є складовою частиною «ми». В цих умовах формується почуття спільності, як складне суспільне почуття, яке є передумовою становлення особистості студента

В ситуаціях співробітництва, коли дії кожного студента залежать від дій інших, всі учасники впевнені у можливості для сприйняття, оцінки і переробки навчальної інформації, успішніше установлюється взаємний контакт, який забезпечує співбесідникам дії внутрішнього, мотиваційного плану, проникнення в зміст інформації, яка стає предметом роздумів, збудження до пізнавальної діяльності.

С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет  
Т.О. СКИБА, вчитель-методист вищої категорії, директор Криворізької ЗШ «Центр освіти»

## **ІНСТИТУЦІОНАЛЬНІ ЧИННИКИ СПРИЯННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-СТРУКТУРНОЇ ПЕРЕБУДОВИ РІЗНОРІВНЕВИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ КНУ**

Кризові явища в українському суспільстві логічно переростають в екстремально-катастрофічні, що було цілком прогнозованим, враховуючи нагале ігнорування владою (або – повне незнання) соціальної психології на тлі кричущо гострих етнічно-культурних проблем регіонів.

Значною мірою це є наслідком недалекогоглядної освітянської горе-політики за увесь час нашої незалежності, а головне – передумовою наступного розвитку України.

А це змушує освітян невідкладно готуватися до дійсно радикальних реформ та шукати такі варіанти структурного і функціонального переформатування, аби після пом'якшення (сподіваємося – оздоровчого) кризи навчальні заклади могли продовжувати функціонувати ефективно без зворотніх організаційно-структурних перебудов.

Як резонно зазначає Андрій Портнов ([http://osvita.ua/vnz/high\\_school/7201/](http://osvita.ua/vnz/high_school/7201/)), справжні освітні реформи в Україні ще й не починалися, якщо не враховувати, що за радянських часів в Україні не було понад 300 університетів (тоді як у Великій Британії їх 96, у Франції – 78, а в Іспанії – 47).

Основна стратегія українського реформування освіти – переназивання: замість спеціалістів видаємо дипломи бакалавра чи магістра, замість кандидата наук незабаром буде доктор філософії.

Освіта в країнах Європи дуже різниться і спирається на власні багатовікові традиції, але кожна країна прагне до міжнародної конкурентоспроможності.

На жаль, МОН за всі роки незалежності не зробило того, що миттєво б вплинуло на ситуацію:

автоматичне визнання Україною дипломів країн ЄС, США, Канади, Австралії, Японії;  
автоматичне визнання публікацій в англо-, німецько-, франко- й іншомовних виданнях;  
розробку систем преференцій і заохочення викладачів, співробітників і студентів, які володіють іноземними мовами, публікуються за кордоном, беруть участь у міжнародних проектах;  
зміну «навчального навантаження» викладачів з одночасною дійсною конкуренційністю;  
створення прозорої системи державних дослідницьких програм.

Розглядаючи доцільність запланованого входження криворізького «Центру освіти» (II-III ступ.) до КНУ, ми обґрунтували реальність, принаймні, часткового, але суттєвого вирішення проблеми мотивації вибору вишу та професійної орієнтації учнів шкіл шляхом інтегрування навчальних закладів різних рівнів акредитації в постійно діючі комплекси.

Певний – позитивний – досвід щодо такого шляху є. Якщо КНУ дійсно реформується в університет європейського рівня, то треба вже зараз подбати про адаптивну перебудову підготовки учнів "Центру освіти" до вступу на його факультети.

Це є дуже не простим і – не дешевим. Але оптимізму додає поява й укріплення на теренах України спеціалізованих високопрофесійних структур, серед яких, на нашій погляд, найбільш цікавою для можливої інтегрованої співпраці є DEC education – єдине в Україні освітнє агентство з відзнакою «Краще агентство Східної Європи»; має статус ICEF agency; сертифіковане Quality English; є постійним членом European Business Association; має статус офіційного партнера Міжнародної асоціації мовних центрів IALC.

DEC education – єдине освітнє агентство, що пропонує своїм клієнтам повний спектр освітніх послуг: навчання за кордоном за всіма існуючими програмами; вивчення англійської з кваліфікованими вчителями – носіями мови в мовній школі DEC school в Києві; вивчення англійської в британському освітньому таборі для школярів під Києвом.

DEC education відкрив власний відділ з бронювання та продажу авіаквитків. У київському офісі компанії працює відділення банку «Глобус».

Сьогодні серед постійних партнерів DEC education більше 600 шкіл, коледжів і університетів.

Він пропонує всі існуючі на сьогодні освітні програми за кордоном: канікулярні програми для дітей і студентів, мовні курси, навчання в приватних школах і коледжах, отримання вищої освіти, постуніверситетську освіту, MBA.

У 2013 р. ми мали нагоду провести консультації з керівництвом DEC education і ця дієва структура дала згоду на співпрацю щодо запланованої реорганізації КНУ з «Центром освіти».

УДК 001.92: 37

С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет  
Т.О. СКИБА, вчитель-методист вищої категорії,  
Н.А. РУДНИЦЬКА, вчитель вищої категорії, Криворізька ЗШ "Центр освіти"

### **АКЦЕНТИ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ШКОЛИ США**

Інтенсивне відновлення вищої технічної освіти на фоні стійкої популярності економічної обумовило зміну довгострокових орієнтирів її розвитку. Змінюється її зміст, ведуться пошуки нових форм спільної навчальної, наукової і виробничої діяльності викладачів і студентів, переглядаються атестаційні стандарти результативності професійної підготовки майбутніх фахівців тощо. За цих умов доречним буде звернутися до досвіду освіти високорозвинених країн.

Сучасна вища школа як франкофонних, так і англофонних країн, особливо США, характеризується високим ступенем диференціації змісту освіти й організації навчального процесу. Ця риса склалася під впливом історичних, економічних і соціокультурних факторів, особливо ідей протестантської релігії, що стосуються особистої незалежності і відповідальності індивіда, його активної ролі в перетворенні світу і права вибору, які, ставши ціннісними орієнтирами держави, визначили особливості менталітету американського суспільства і створили сприятливі умови для розвитку вищої школи в напрямку індивідуалізації і диференціації. У зв'язку з установкою на діяльність саме прагматизм набув настільки широкого поширення на американській землі.

Різними є найістотніші питання для нації, під впливом яких формується система освіти. Так, наприклад, головний інтерес німців спрямовано до причин речей. Світ бачиться складеним з двох частин: "Я" і "Не-Я". Для французів же мета є важливішою причини, сутність усього бачиться лежачою десь попереду, у майбутньому. А саме європейські ідеї Прогресу, Волі, Рівності, Братерства було покладено в основу американської Конституції і Декларації незалежності, які визначили аксиологічні пріоритети американського суспільства на два сторіччя, але, на відміну від європейського, вектор їх у США спрямовано на дійсний час, усі зусилля починаються "зараз". Для англійців, особливо американців, головне питання – "Як?": як річ працює? Як зроблена? Принцип ноу-хау (знаю як) поширився повсюди. Загальновизнаним є, що й американська педагогіка є високотехнологічною: забезпечує будь-яку методику глибокою психолого-педагогічною пробкою, орієнтованою на практику. Перші поселенці США, були носіями типових національних особливостей, відзначених вище, але поєднувала їх орієнтація на реалізацію особистих інтересів, що і стало основою індивідуалізму як ведучої ідеї американського суспільства і системи освіти.

США розвивалися протягом двохсотлітньої історії, керуючись ідеєю прогресу як пріоритетним аксиологічним орієнтиром, тому виключно важливе місце в системі університетської освіти молоді займає досвід інтелектуальної діяльності. Університетська практика підтверджує необхідність цільової підготовки майбутнього фахівця до наукової організації праці, що сприяє професіоналізації, соціальній адаптації, її саморозвитку і самореалізації. У сфері освіти такий підхід виразився в переносі структур і методів управління підприємствами в навчальні заклади, у вимогах "підвищення ефективності діяльності і якості кінцевого продукту", у застосуванні теорії "людського капіталу", уведенні менеджменту та маркетингу з метою максимального наближення навчальних закладів до умов ринкової економіки.

Теоретичними основами диференційованого підходу до навчання у ВНЗ стали концепції провідних американських учених, які поєднують ідеї поваги до особистості, вимоги будувати



навчальний процес з урахуванням індивідуальних особливостей і інтересів студента, створювати умови для саморозвитку і самоактуалізації його особистості. Разом з тим у цих концепціях поряд з гуманістичними положеннями присутні ідеї егоцентризму, меркантилізму, прагматизму, конформізму.

У 90-і рр. диференційований підхід охопив практично всі компоненти системи вищої освіти: її структуру, зміст, форми і методи навчання. Тенденція диференціації вузівської освіти зумовлюється прагненням держави вирішити все більш глибокі протиріччя між потребою суспільства в демократизації вищої освіти за допомогою надання можливості набутти її як можна більшої кількості молоді, з одного боку, і необхідністю підвищення рівня освіти, з іншого. У нашій країні дуже схожа ситуація, але тільки зовні, в силу принципово інших факторів різкого зростання чисельності студентства за відсутності відповідної державної політики.

На рівні структури диференціація здійснюється за типами навчальних закладів. Система післяшкільної освіти США представлена в основному наступними типами освітніх закладів: молодші чи обшинні коледжі і технічні інститути, коледжі ліберальних мистецтв і університети штатів, елітарні університети. На початку 2000 р. у США діяло понад 3720 ВНЗ усіх трьох типів, у яких навчалось понад 15 млн. студентів. На частку молодших обшинних коледжів приходилося близько 5,5 млн., в інших коледжах і університетах навчалось понад 9 млн. осіб.

Цей досвід є придатним для реструктуризації та реформуванні наших навчальних закладів.

УДК 001.92:37

С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет  
Т.О. СКИБА, вчитель-методист вищої категорії,  
Д.А. ПІТОВ, учень Криворізька ЗШ «Центр освіти»

## РІВНЕВО-СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИШІВ АМЕРИКИ

Американські вищі навчальні заклади розрізняються за рівнем академічної і професійної підготовки, за якістю освітніх послуг, за присуджуваними вченими ступенями – саме вченими ступенями, конкретно, а не “освітньо-кваліфікаційними рівнями” (бакалавр, магістр, доктор), за вартістю навчання і т.д. Абітурієнт має право подати заяву про вступ до будь-якого ВНЗ Америки.

Молодші обшинні коледжі і технічні інститути – це багатопрофільні навчальні заклади з двох- і трирічним терміном навчання. Їх випускники одержують посвідчення з вказівкою обраної спеціальності (дизайнер одягу, косметолог, референт...). Багато студентів виявляють бажання навчатися за загальноосвітніми програмами, успішне освоєння яких дає можливість випускнику молодшого коледжу чи технічного інституту продовжити навчання в університеті.

Коледжі ліберальних мистецтв і університети штатів – це ВНЗ з чотирирічним терміном навчання. Багато з них є приватними, їх засновниками і спонсорами виступають релігійні групи й організації, окремі особи і фірми, різні фонди. Серед приватних коледжів досить велика частка методистських, католицьких, лютеранських і ін., але навчатися в них можуть усі люди незалежно від їхнього віросповідання. Атестат про середню освіту – основний документ, який студент повинен представити в приймальну комісію при вступі до коледжу. Основним критерієм добору і зарахування абітурієнта є задовільний результат спеціального тестування з загальноосвітньої підготовки. В даний час вимоги до абітурієнтів у ці ВНЗ такі, що потрапити в них можуть навіть молоді люди з низьким рівнем шкільної підготовки. Коледж вимушений брати на себе частину функцій середньої школи і “доучувати” таких студентів, організовувати для них компенсуючі курси. Випускники цих коледжів одержують диплом про вищу освіту й учений ступінь бакалавра мистецтв або наук. Коледжі не надають умов для наукових досліджень і не мають аспірантури, але диплом, отриманий у коледжі, дає студенту право на вступ до неї.

Університети – це самі великі ВНЗ в США. Особлива група – 30-40 самих старих і найпрестижніших “Ліги університетів, увитих плющем” (Гарвардський, Принстонський, Кембріджський та ін.), у яких виховується й набуває освіту інтелектуальна еліта. Сюди приймається вже на конкурсній основі обдарована молодь. Навчальні програми тут підвищеної складності.

Зазвичай університет поєднує кілька коледжів. Кількість студентів у ньому коливається від 5 до 20 тис. чоловік. В університетах є аспірантура, потужна матеріально-технічна база і великі можливості для проведення серйозної науково-дослідної роботи. В аспірантурі навчання здійснюється за одним з двох напрямків – магістратура і докторантура. За наявності ступеня бакалавра і диплома про вищу освіту кандидати в аспірантуру можуть вибрати кожний з названих напрямків, тому що правила прийому і вимоги щодо вступу до магістратури і докторантури приблизно однакові: високий середній бал успішності в дипломі і задовільний результат одного зі спеціалізованих тестів (G-MAT – для спеціальності бізнесу, тест аналогій Мюллера і GRE – для майбутніх гуманітаріїв, LSAT – для відділень з юриспруденції).

Управління і керівництво діяльністю ВНЗ здійснює рада попечителів чи рада директорів. До складу ради попечителів обираються представники фінансово-промислових кіл, люди, що займають керівні посади в сфері бізнесу і політики, працівники освіти, релігійні діячі й ін., а також випускники, які зробили значний внесок у розвиток даного ВНЗ. До компетенції ради попечителів входять питання фінансування, визначення загальної освітньої політики ВНЗ, розробка правил прийому і формування студентських контингентів. Члени ради обирають президента і віце-президентів ВНЗ, призначають склад деканатів, керівників відділів і департаментів. Президент відповідає перед радою попечителів за поточну роботу вузу і здійснює безпосереднє керівництво усіма відділами, департаментами чи факультетами. До складу адміністрації також входять віце-президенти, які очолюють основні адміністративні відділи і департаменти.

Умови і правила прийому встановлюються радою попечителів і вченою радою ВНЗ і залежать від прийнятих академічних вимог і стандартів, а також від його статусу і престижу. Реалізація диференційованого підходу до навчання починається ще до вступу студента у ВНЗ, тому що службовці адміністративних відділів проводять індивідуальну роботу з кожним абітурієнтом. У найбільш престижних ВНЗ, наприклад у Гарвардському університеті, прийом абітурієнтів проходить за конкурсом. Іноді для вступу до престижного вишу необхідно витримати вступний іспит чи представити довідку з високими балами за тести SAT чи АСТ. Крім того, враховується середній бал шкільного атестата і рівень складності пройденої в школі програми.

УДК 001.92:37

Т.О. СКИБА, вчитель-методист вищої категорії, директор Криворізької ЗШ «Центр освіти»  
Н.А. РУДНИЦЬКА, вчитель вищої категорії, Криворізька ЗШ "Центр освіти"  
С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький технічний університет

## **НОВІ МОЖЛИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОГО ОБНОВЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

Справжні реформи в такій делікатній сфері, як освіта, не можуть бути безболісними, але вже настав час, щоб Україна включилася реально у боротьбу за мізки найкращих випускників наших шкіл і вишів, які масово покидають країну просто тому, що не мають тут найменших перспектив. У зв'язку з останніми подіями в Україні, ми вбачаємо доречним і своєчасним знову звернутися до питання інтеграції різнорівневих навчальних закладів Кривого Рогу на базі КНУ.

Аналізуючи ситуацію та прецеденти в Придніпровському регіоні, ми відмічали вже можливість часткового, але суттєвого вирішення проблеми шляхом інтегрування навчальних закладів різних рівнів акредитації в постійно діючі комплекси. Певний – позитивний – досвід щодо такого шляху є. Десять років тому, з метою подальшої інтеграції діяльності навчальних закладів у системі ступеневої освіти і, враховуючи клопотання Національної металургійної академії України та особисту ініціативу професора Учителя О.Д., було включено до складу навчально-наукового комплексу при НМетАУ, затвердженого наказом МОНУ від 20.08.04 за №671, криворізькі загальноосвітні школи – №35 (I-III ступ.) та "Центр освіти" (II-III ступ.) серед інших криворізьких учасників: Державний інститут підготовки та перепідготовки кадрів промисловості (ДІПОпром); ТОВ "ЕТЕКС"; ТОВ "КВМШ плюс"; ЧП "ІТЕРА".

Комплекс діяв доволі ефективно, але після виходу криворізького факультету з НМетАУ та входженням його до складу КНУ, суттєво знизився сенс перебування в цьому об'єднанні криворізьких шкіл, внаслідок віддаленості закладів та комунікативних утруднень.

Сьогодні вельми варто звернутися до цього надзвичайно цінного досвіду, який ми маємо завдяки просто блискучій прозорливості його ініціаторів.

Комплекс був добровільним об'єднанням закладів освіти різних рівнів, усі учасники якого зберегли юридичну і фінансову самостійність. Його предметом діяльності та цілями були:

1. Спільна ступенева підготовка фахівців.

2. Науково-методичне співробітництво учасників; апробація та використання результатів наукових досліджень в навчанні.

Залучення викладачів ВНЗ до викладання в навчальних закладах Комплексу.

4. Спільне використання методичного, аудиторного, лабораторного і виробничих фондів Комплексу, розробка підручників, навчальних посібників співавторськими колективами.

7. Залучення викладачів, студентів та учнів до участі в наукових розробках, конкурсах, олімпіадах, інтелектуальних іграх, турнірах, культурно-масових заходах тощо.

Спільна господарська діяльність (ремонт приміщень, лабораторного й іншого навчального обладнання, приладів, інвентару тощо) за витрат закладу, де ведуться такі роботи.

Сприяння продовженню навчання обдарованих випускників шкіл у ВНЗ Комплексу.

Створення на базі Комплексу творчих осередків для обдарованої молоді.

Організація та забезпечення стажування і перепідготовки викладачів навчальних закладів Комплексу на кафедрах ВНЗ та науково-технічній базі підприємств; підготовки висококваліфікованих кадрів через магістратуру та аспірантуру; курсів поглибленого вивчення інформатики, фундаментальних, природничо-наукових й інших дисциплін.

Спільна організація практик на базі кафедр й інших підрозділів ВНЗ та підприємств.

Вищий орган управління Комплексом – Рада, склад якої формується з представників підрозділів Комплексу, персонально затверджених відповідними наказами. Очолює Раду – Голова, який обирається її членами. Рада Комплексу розробляє й приймає Положення про Комплекс, яке затверджується Міністерством освіти і науки України; збирається на організаційні засідання не рідше двох разів на рік, затверджує плани роботи Комплексу. Поточні питання вирішуються безпосередньо Головою ради та його заступниками. Рішення, що приймаються Радою носять характер рекомендацій. Комплекс працює згідно з планами, затвердженими його Радою.

На наш погляд, такі засади і структура об'єднання можуть слугувати добрим і, як ніколи раніше, – доречним, а головне – своєчасним прикладом можливої подальшої безпрецедентно масштабної та складної інтеграції Криворізького національного Університету. А нинішні політичні події у нашому суспільстві максимально сприяють цій ідеї.

УДК 001.92:37

С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький технічний університет  
Н.А. РУДНИЦЬКА, вчитель вищої категорії, Криворізька ЗШ "Центр освіти"

## **УНІВЕРСИТЕТИ СОРБОННИ ТА ЇХ ОСОБЛИВОСТІ, ЯКІ ВАРТО ЗНАТИ УКРАЇНСЬКІЙ МОЛОДІ**

Назва Сорбонна (Sorbonne) здавна сприймається як символ першокласної класичної європейської освіти і є найстарішим в Європі (заснований в 1215 р.).

З першого дня свого існування він замислювався як навчальний заклад міжнародного масштабу: на чотирьох його факультетах – богослов'я, права, медицини і мистецтв – навчалися не тільки французи й англійці, але також пікардійці і нормандці, які в ті середньовічні часи ще не входили до французької нації.

Але структурно – це кілька університетів, об'єднаних в єдине ціле. З ініціативи духівника Людовика IX Робера де Сорбона для незаможних студентів університету відкрили колеж – інститут, в якому студенти та викладачі і вчилися, і жили одночасно. У 1257-1258 роках колеж досить скоро перетворився на богословський факультет університету, який став іменуватися Сорбонною.

Починаючи з XVII ст. ім'ям факультету, який швидко здобув собі гучну славу, стали називати і весь Паризький університет. У XVII ст. кардинал Рішельє оновив і розширив Сорбонну,

але в 1791 р., після Французької революції 1789 р., вона була закрита. У 1821 р. університет, знову відкрився. В різні роки в Сорбонні працювали такі видатні вчені, як Жозеф Гей-Люссак, Антуан Лавуазьє, Луї Пастер, П'єр і Марія Кюрі та багато інших.

В 1968 р. внаслідок загального студентського страйку, який призвів до перебудови всієї системи французької вищої освіти, гігантський університет було розчленовано на автономні вузи (усього «Сорбонн» – 13). Формально основними спадкоємцями «старої Сорбонни» стали університети: Paris I, званий також Пантеон-Сорбонна (Panthéon-Sorbonne) (40 тис. студентів); Paris III (Нова Сорбонна; Sorbonne Nouvelle) (20 тис.); Paris IV (Париж-Сорбонна; Paris La Sorbonne) (25 тис.) і Paris V (університет імені Рене Декарта, Université René Descartes) (30 тис.). Вони мають єдину інфраструктуру (наприклад, одну на всіх міжуніверситетську бібліотеку), а також спільні адміністративні та навчальні одиниці – Практичну школу вищої освіти (Ecole Pratique des Hautes Etudes), Національну школу хартій (Ecole des Chartes), Канцелярію паризьких університетів та Академічний ректорат.

Бібліотека Сорбонни вперше відчинила свої двері 3 грудня 1770. Тоді в ній налічувалося 20 тис. томів. Сьогодні – це найбільше в світі зібрання інтелектуальної думки, близько половини багатств якого представлено книгами та періодичними виданнями на іноземних мовах.

Іноземцю вступити до університетів, об'єднані легендарною маркою, нелегко, оскільки місць у них не вистачає навіть всім бажаючим з числа французів. Проте, деяким це вдається.

Головна вимога – представити документ про середню освіту, який у Франції називається «атестатом бакалавра», або просто ВАС, і має декілька різновидів, залежно від типу середньої школи. Для вступу до університету необхідний атестат, що дає доступ до університетської освіти (Diplôme d'Accès aux Etudes Universitaires, DAEU).

Рішення про відповідність закордонного атестата французькому стандарту виносить конкретний навчальний заклад, до якого має намір вступати іноземний абітурієнт. Український атестат про середню освіту визнається не скрізь, тому бажано додати до нього як мінімум річний досвід навчання у вузі. І навіть у цьому випадку потрібно бути готовим витримати конкурсний іспит з французької мови.

Усі університети у складі Сорбонни – державні, отже, навчання в них ведеться безкоштовно, оскільки безкоштовною у Франції є уся державна освіта – включно і для іноземних студентів. Однак для того щоб отримати студентську візу і вид на проживання, стипендію, необхідно на початковому етапі довести, що у вас достатньо грошей на оплату проживання під час навчання.

Якщо студент під час навчання демонструє видатні досягнення, він має реальний шанс отримати стипендію. Наприклад, Канцелярією університету щорічно установлюється 15 власних стипендій в розмірі близько € 8 тис. для аспірантів і 12 премій від € 1,4 до € 6 тис., володарями яких можуть стати студенти та викладачі.

Матеріали міжнародної науково-технічної конференції  
"Сталий розвиток промисловості і суспільства"  
том 1

Здано в набір 25.03.14. Підписано до друку 27.05.14 за рекомендацією Вченої Ради  
ДВНЗ «Криворізький національний університет», протокол № 9.  
Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 24,5. Тираж 100 прим.  
Замовл. № 6. Укр., рос.

Технічна обробка, комп'ютерний, верстка Самойлюк О.Г.

*Адреса видавництва:*  
50027, Кривий Ріг, вул. XXII 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

*ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014..*