

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

*Міжнародна науково-технічна конференція*  
**РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ**  
**ТА СУСПІЛЬСТВА**

Матеріали конференції



**Т о м 2**

**Кривий Ріг - 2018**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

*Міжнародна науково-технічна конференція*  
**РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ**  
**ТА СУСПІЛЬСТВА**

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

**Т о м 2**

Кривий Ріг- 2018

ББК 33:34.3  
УДК 622:669  
Г - 67

Редакційна колегія:

**Ступнік М.І.**, д-р, техн. наук, проф. (відповідальний редактор);  
**Моркун В.С.**, д-р техн. наук, проф. (заступник відповідального редактора);  
**Андрєєв Б.М.**, д-р техн. наук, проф.  
**Варава Л.М.**, д-р екон. наук, проф.  
**Громадський А.С.**, д-р техн. наук, проф.  
**Губін Г.В.**, д-р техн. наук, проф.  
**Євтехов В.Д.**, д-р геол.-мінерал. наук, проф.  
**Жуков С.О.**, д-р техн. наук, проф.  
**Іщенко М.І.**, д-р екон. наук, проф.  
**Капіца В.Ф.**, д-р філософ. наук, проф.  
**Казаків В.Л.**, канд. географ. наук, доц.  
**Калініченко В.О.**, д-р техн. наук, проф.  
**Купін А.І.**, д-р техн. наук, проф.  
**Лапшин О.Є.**, д-р техн. наук, проф.  
**Олійник Т. А.**, д-р техн. наук, проф.  
**Семеріков С.О.**, д-р пед. наук, проф.  
**Сидоренко В.Д.**, д-р техн. наук, проф.  
**Сінчук О.М.**, д-р техн. наук, проф.  
**Шишкін О.О.**, д-р. техн. наук, проф.  
**Юсупов В.А.**, д-р юрид. наук, проф.

Адреса редакції: 50002,  
Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 44.  
Криворізький національний  
університет. Тел. 409-61-29.

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

<b>Т о м 2</b>		
<i>Секція 9</i>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ, ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЯ</b>	3
<i>Секція 10</i>	<b>МЕТАЛУРГІЯ</b>	22
<i>Секція 11</i>	<b>ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА, ГІРНИЧИ МАШИНИ ТА ГАЛУЗЕВИЙ ТРАНСПОРТ</b>	35
<i>Секція 12</i>	<b>ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА</b>	110
<i>Секція 13</i>	<b>КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b>	134
<i>Секція 14</i>	<b>ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН</b>	174
<i>Секція 15</i>	<b>ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ ПЕДАГОГІКИ</b>	184
<i>Секція 16</i>	<b>ФІЛОСОФСЬКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ</b>	201
<i>Секція 17</i>	<b>ПРОМИСЛОВИЙ ТУРИЗМ</b>	213
<i>Секція 18</i>	<b>СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ЮРИДИЧНОЇ НАУКИ ТА ПРАКТИКИ У ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>	217

В.Ю. ТИЩУК, д-р. техн. наук, доц., І.Б. КОВАЛЬОВА, ст. викл., В.Ю. БОНДАРЕНКО, магістр  
Криворізький металургійний інститут Національної металургійної академії України

### **ЗАХИСТ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Коксохімічне виробництво є джерелом інтенсивного забруднення повітря робочих зон та оточуючого середовища шкідливими викидами, які нараховують десятки найменувань.

Коксування - метод переробки вугілля нагріванням при температурах 1000-1200 °С без доступу повітря. Паливо при коксуванні розкладається з утворенням летючих речовин (до 25%) і твердого залишку. Основні продукти коксохімії це кокс кам'яновугільний (76-78%), коксовий газ (14-15%), різні хімічні продукти (5-6%) – такі як пил, оксиди азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю, аміак, фенол, бензол, бензапірен, нафталін, сірководень, ціаністий водень і графіт. В результаті, концентрації забруднюючих речовин в повітрі робочих зон коксохімічних цехів в декілька разів перевищують гранично-допустимі концентрації (ГДК).

Даний спектр газових компонентів найбільш складно нейтралізувати простими розчинами, наприклад, водою. Розглянемо властивості забруднюючих шкідливих речовин і їх реактивну здатність по відношенню до інших розчинів.

Нафталін - тверда кристалічна речовина з характерним запахом, летючий і легко спалахує. У воді нафталін не розчиняється, добре розчинний в гарячому спирті, ефірі, бензолі. При температурі 65 °С фенол змішується з водою в любых співвідношеннях, також розчинний в лугах. Бензол добре змішується тільки з ефірами та бензином. Сірководень погано розчинний у воді і добре в етанолі. Монооксид вуглецю у воді майже не розчиняється і не вступає з нею в хімічну взаємодію. Бензапірен добре розчинний у неполярних органічних розчинниках, бензолі, толуолі, ксилолі, обмежено розчинний у полярних, практично не розчиняється у воді. При цьому використати властивості цих розчинів щодо нейтралізації шкідливих газів коксохімічного виробництва буде складно із-за технічних та економічних факторів.

В зв'язку з цим розробка нових засобів подавлення шкідливих викидів в коксохімічному виробництві є актуальною науковою і технічною задачею.

На прикладі вуглелужного реагенту нами доведено, що на вуглегімінових комплексах відбувається фізична сорбція газів, при цьому встановлена їх здатність поглинати різні гази коксохімічного виробництва, незалежно від їх хімічної природи. Таким же чином газові молекули можуть поглинатися іншими природними сорбентами.

Аналітичними і практичними дослідженнями нами встановлено, що в якості газових сорбентів доцільно використати природні зелені глини. На дану розробку отримано патент. В складі глин знаходяться активні комплекси, які можуть поглинати ряд шкідливих газів, що знаходяться в викидах коксохімічних виробництв. Це і показали результати експериментальних досліджень.

Найбільш небезпечним газом, що утворюється при коксуванні вугілля є бензапірен, який сприяє розвитку онкологічних захворювань у працівників.

За основу нейтралізації бензапірену доцільно прийняти закордонні розробки, що базуються на способі опромінення його газових молекул ультрафіолетовим випромінюванням електричного розряду. При цьому зниження в газових викидах вмісту бензапірену та інших поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), відбувається шляхом фотоокиснення їх вуглеводнів при опроміненні випромінюванням електричного розряду. Перспективним засобом нейтралізації є також відходи на основі крохмало-патокових підприємств. Склад даних речовин вміщує ряд природних полімерних речовин з активними функціональними групами, які можуть ефективно взаємодіяти з газовими компонентами і нейтралізувати шкідливі гази.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на розробку нейтралізуючих сумішей на основі дешевих зелених глин з розчинами природних або синтетичних органічних сполук, які є промодутерами основних нейтралізуючих компонентів хімічних речовин

А.В. ГАЙДИНА, студентка, О.Я. ТВЕРДА, канд. техн. наук, ст. викладач  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ВАЛОВІ ВИКИДИ $\text{NO}_x$ ВІД ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Природний газ є високо енергоємною та хімічно цінною сировиною. Під час спалювання газу в енергетичних установках у повітря викидається велика кількість парникових газів, основними з яких є діоксид вуглецю  $\text{CO}_2$  і окис азоту  $\text{NO}_2$ . Азот, що міститься у повітрі, перетворюється на окис  $\text{NO}$  та двоокис азоту  $\text{NO}_2$ , які загалом позначають  $\text{NO}_x$  [1].

Основним показником якості газу, який визначає його енергетичну цінність, є питома об'ємна теплота згорання або теплотворна здатність газу. Її визначають як кількість тепла, яке виділяється в процесі повного згорання газу в повітрі при сталому тиску і сталій температурі віднесеного до об'єму сухого газу, визначеного за стандартних умов [2].

Значення нижчої питомої теплоти згорання природного газу, який подається в магістральні газопроводи з родовищ, коливається від 31,8 до 36,6 МДж/м<sup>3</sup> (від 7600 до 8900 ккал/м<sup>3</sup>), а газу, який подається для промислового та комунально-побутового використання, тобто як енергоносія, не повинно бути меншим 31,8 МДж/м<sup>3</sup> (7600 ккал/м<sup>3</sup>) [3]. В абсолютних одиницях різниця між найвищим та найменшим значеннями теплоти згорання між областями України сягає більш ніж 330 ккал/м<sup>3</sup>, або майже 4%.

На відміну від України, у Європі регламентується діапазон вищої теплоти згорання. Також європейські стандарти вимагають дотримання встановлених меж таких показників як вміст діоксиду вуглецю, індекс неповного згорання, вміст азоту та інертних газів.

Важливість теплотворної здатності газу, як його основної характеристики, підтверджується тим, що в більшості країн світу для здійснення розрахунків між споживачем та постачальником природного газу використовують такий його показник, як вміст енергії (E), який визначають як добуток об'єму газу (V) на його нижчу питому теплоту згорання ( $H_H$ ).

Теплотворна здатність газу характеризує кількість теплоти, яка виділиться при згоранні одиниці газу. На прикладі фізико-хімічних характеристик природного газу за 2017 р для Краматорського та Херсонського лінійного виробничого управління магістральних газопроводів (ЛВУМГ) розраховано витрату палива, що необхідно спалити в котлоагрегаті потужністю більше 50 МВт, щоб одержати 300 Гккал.

При нижчій теплоті згорання 8132 ккал/м<sup>3</sup> для Краматорського ЛВУМГ обсяг палива складе 36891,29 м<sup>3</sup> та при 7791 ккал/м<sup>3</sup> для Херсонського ЛВУМГ – 38505,968 м<sup>3</sup>. Відповідно зростає і кількість забруднюючих речовин, що утворюються в процесі спалювання, згідно методики розрахунку "Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від основного та допоміжного обладнання газотранспортної мережі України" – валові викиди  $\text{NO}_x$  зростають майже на 1 %. Що свідчить про залежність валових викидів  $\text{NO}_x$  від величини нижчої питомої теплоти згорання природного газу.

За допомогою методу найменших квадратів знайдено рівняння залежності валових викидів  $B(\text{NO}_x)$ , під час спалювання природного газу в котлоагрегатах однакової потужності та при незмінних умовах від теплотворної здатності газу ( $H_H$ ). Для цього було використано 10 відборів проб з паспорту фізико-хімічних показників газу Львівської області, згідно яких отримано лінійне рівняння зв'язку:  $B(\text{NO}_x) = 0,27 - 0,00056 \cdot H_H$ .

Таким чином проаналізовано основний показник якості газу – питому об'ємну теплоту згорання природного газу, встановлено взаємозв'язок між валовими викидами  $\text{NO}_x$  та теплотворною здатністю газу у вигляді лінійного рівняння.

### Список літератури

1. Мотало А. В. Оцінювання якості природного газу за його теплотворною здатністю / А. В. Мотало. // Вимірвальна техніка та метрологія. – 2007. – №67. – С. 92–99.
2. Лещенко І. Ч. Впровадження сучасних технологій у газотранспортній системі України для зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу / І. Ч. Лещенко. // Проблеми загальної енергетики. – 2010. – №3. – С. 41–47.
3. Мотало А. В. Комплексне оцінювання якості природного газу як енергоносія / А. В. Мотало. // Вісник НУ "Львівська політехніка". – 2008. – №608. – С. 137–142.

Т.М. ОНИСИМЧУК, студентка, О.Я. ТВЕРДА, канд. техн. наук, ст. викладач  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ**

В умовах переходу до ринкової економіки НАК «Нафтогаз України» вимушений здійснювати пошук економічно ефективних шляхів експлуатації та вдосконалення газотранспортної системи (ГТС) у відповідності до сучасних вимог, в тому числі і екологічних. Тому є необхідним встановити основні фактори негативного впливу елементів ГТС на стан навколишнього середовища та визначити перспективні напрямки покращення екологічної ситуації прилеглих територій.

Аналіз статистичних даних показує, що основними забруднюючими речовинами, фактичний викид яких перевищує гранично-допустимі норми, є: метан, оксиди та діоксиди азоту, оксид вуглецю та парникові гази. Якщо викиди метану здійснюються у відповідності до технологічного регламенту ГТС та передбачені проектом, то інші забруднювачі атмосферного повітря виділяються в процесі згорання природного газу в газоперекачувальних агрегатах (ГПА) на компресорних станціях (КС). Також важливим показником, що характеризує негативний вплив ГПА на довкілля є перевищення фактичної гранично-допустимої концентрації по оксидах азоту. Оскільки КС є стратегічно важливими об'єктами ГТС, виникає необхідність роботи установок на перевищеннях.

Більшість вітчизняних ГПА вже відпрацювали свій ресурс, для них характерний відносно низький коефіцієнт корисної дії (близько 20%) разом з високим середньозваженим рівнем технічного зношення (0,7-0,8). Також варто зазначити, що система управління оснащена застарілою елементарною базою, яка не забезпечує ефективну організацію технологічного процесу, а також річні затрати на ремонтно-технічне обслуговування часто досягають 10% від вартості ГПА. Наведені характеристики зумовлюють необхідність здійснення заходів підвищення економічної та екологічної ефективності функціонування елементів ГТС.

Вирішення даної проблеми передбачається розробленням та здійсненням комплексу технічних і організаційних заходів, зокрема реконструкцією КС із заміною ГПА, що виробили свій ресурс на сучасні високоекономічні установки, а також модернізацією ГПА.

Проте існують обставини, що не дозволяють зробити такий однозначний висновок. Перш за все – брак власних коштів для модернізації ГТС (на повну реконструкцію ГТС, за різними оцінками, потрібно \$7-13 млрд.) [1].

Наступною причиною є несприятливий інвестиційний клімат в Україні, що підвищує ризик кредитування та обсяг кредитних ставок. Можливість залучення кредитів існує, однак їх масштаби не відповідають потребам проекту, а висока вартість не стимулює значні фінансові заощадження. Неefективність державного управління, про що свідчить, зокрема, низький рівень дивідендів на державні корпоративні права також сповільнює процес модернізації ГТС.

Враховуючи вищенаведене варто розглянути інші, менш економічно затратні способи досягнення встановлених екологічних нормативів. Підвищення ефективності функціонування ГПА планувалось досягати за рахунок встановлення нових пальників газу в камерах згорання. Однак проведення даного типу модернізації не виправдало очікувань та не забезпечило необхідний рівень скорочення викидів оксидів азоту. Іншим перспективним способом оптимізації структури виробничих потужностей, впритул до списання зношених об'єктів КС, є виведення працюючих ГПА на номінальне навантаження в 70%, що дозволить скоротити кількість ГПА, спростити структуру КС, знизити витрати на обслуговування й ремонт. Підвищення одиничної потужності ГПА дозволить також, за рахунок змін температури газу, що подається в камери згорання, та збільшення коефіцієнту надлишку повітря, знизити концентрації забруднюючих речовин на виході в атмосферне повітря.

### *Список літератури*

1. **Притула М.** Оптимізаційні задачі модернізації газотранспортної системи [Електронний ресурс] / **М. Притула** // Центр математичного моделювання ІППММ НАНУ, Інститут транспорту газу ПАТ "УКРТРАНСГАЗ". – 2016. – С. 306-316. Режим доступу до ресурсу: [http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/34726/1/40\\_308-316.pdf](http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/34726/1/40_308-316.pdf).

**ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ**

Проблемні питання охорони праці в Україні пов'язані, перш за все, з високим рівнем виробничого травматизму та неефективністю системи управління охороною праці. Незважаючи на соціально-економічні орієнтири розвитку країни і курс на ЄС, Україна за рівнем виробничого травматизму займає одне з перших місць серед країн Європи, попри те, що протягом останніх 20 років відмічається щорічне зниження його рівня. В країні дотепер не створено сприятливі умови праці на виробництві для забезпечення добробуту людини, збереження її життя і здоров'я. Зазначені питання потребують системного вивчення за результатами якого мають бути розроблені заходи спрямовані на підвищення ефективності системи управління охороною праці.

Реальні можливості підготовки, прийняття та реалізації управлінських рішень, спрямованих на запобігання виробничому травматизму, як на рівні підприємства, галузі, так і на рівні країни, можуть бути реалізовані тільки при системному підході до дослідження системи управління охороною праці (далі – СУОП). СУОП як і будь-яка система управління передбачає наявність як керованої системи – об'єкта управління, тобто системи охорона праці, так і суб'єкта управління – керуючої системи, що має забезпечувати нормальний режим роботи підсистем об'єкта управління в умовах впливу зовнішнього середовища. Для того, щоб управляти системою охорона праці потрібно володіти інформацією щодо тих параметрів системи охорона праці, які можна змінювати, тому для прийняття обґрунтованих управлінських рішень виникає потреба у кількісному оцінюванні системи охорона праці (керованої системи). Запропоновано підходи до підвищення ефективності СУОП, які ґрунтуються на математичному моделюванні системи охорона праці та результатах оцінювання впливу на ефективність її функціонування чинників зовнішнього і внутрішнього середовища.

Система охорона праці залежно від мети оцінювання характеризується множиною вхідних і вихідних даних. Для побудови математичної моделі системи охорона праці сформовано множину показників, що характеризують вхідні впливи зовнішнього середовища, внутрішні параметри системи та її вихідні характеристики, визначено основні узагальнені показники для оцінювання кожної з її підсистем та оцінено рівень впливу як кожної підсистеми, так і їх сумісний вплив на ефективність функціонування системи охорона праці. Оцінювання ефективності функціонування системи охорона праці проведено за показниками виробничого травматизму, а для оцінювання її підсистем – соціально-економічної, правової, організаційної, технічної та санітарно-гігієнічної, визначено агреговані (узагальнені) та найбільш впливові показники.

Правовий чинник, як чинник зовнішнього впливу, оцінюється рівнем державного управління охороною праці, тобто станом наглядової діяльності з охорони праці, яка безпосередньо впливає на ефективність функціонування системи охорона праці. Для виділення із множини показників наглядової діяльності з охорони праці тих, що мають найбільший вплив на рівень виробничого травматизму, використано метод кореляційно-регресійного аналізу, за результатами якого визначено тісноту та направленість зв'язку між ознаками. За результатами проведеного аналізу для найбільш травмонебезпечних видів економічної діяльності за значеннями та направленістю коефіцієнтів парної кореляції (з від'ємним знаком) виокремлено найбільш впливові показники наглядової діяльності.

Для кількісного оцінювання технічного (*T*), організаційного (*O*) та санітарно-гігієнічного (*G*) чинників внутрішнього середовища системи охорона праці, які характеризують стан умов та безпеки праці на робочому місці, запропоновано систему «роботодавець–працівник–робоче місце» (РПР) та методику оцінювання кожної її підсистеми.

Управління системою охорона праці є ефективним, якщо забезпечується найнижчий рівень виробничого травматизму. Зниження рівня виробничого травматизму може бути забезпечено за умови створення на кожному робочому місці безпечних та здорових умов праці, дотримання роботодавцем і працівником нормативних актів з охорони праці, а у разі невиконання роботодавцем зазначених вимог і зростання рівня виробничого травматизму має бути прийнято управлінське рішення, спрямоване на підвищення ефективності функціонування системи охорона праці, яке з погляду прийнятої умови, може бути досягнуто шляхом підвищення середнього розміру штрафних санкцій на роботодавця за невиконання нормативних актів з охорони праці.



## УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ НА ВИРОБНИЦТВІ

За даними Міжнародної організації праці (МОП), щорічно з причин, пов'язаних з трудовою діяльністю, гине близько двох мільйонів чоловік. При всій своїй жахливій величині, самі по собі показники рівня смертності на виробництві усе ж не розкривають всієї масштабності проблеми. Ще близько 160 млн осіб по всьому світу страждають від захворювань, пов'язаних з трудовою діяльністю. У кожному третьому випадку хвороба призводить до втрати працездатності на 4 робочі дні і більше. Загальна кількість нещасних випадків на виробництві по всьому світу (як призвели до смертельного результату, так і без нього) оцінюється в 270 млн на рік.

З посиланням на дослідження в США, Фінляндії та Німеччини МОП зазначає, що на кожен випадок виробничого травматизму зі смертельним наслідком припадає більше 1000 випадків травматизму на виробництві, що ведуть до тимчасової втрати працездатності потерпілого на термін більше трьох днів. Дослідження, проведені професором Р. Скибою в Німеччині, показали, що це співвідношення становить 1:1200, а по травмах з втратою працездатності більше одного дня співвідношення вже 1:2400. Співвідношення числа випадків зі смертельним результатом і травм, що вимагають надання першої медичної допомоги дорівнює 1:5000. Передумови до нещасних випадків на виробництві виникають все чаще і тому перед керівником постає питання визначення причин травматизму. Одним з сучасних методів є аналіз ризику.

Аналіз ризику – це систематичне використання інформації для визначення джерел (небезпек) і кількісної оцінки ризику. Цей метод забезпечує базу для оцінювання ризику для подальших заходів з управління ризиком (по мінімізації ризику). При цьому використовується інформація, що може включати в себе різні ретроспективні дані, результати теоретичних і експериментальних досліджень. В цілому аналіз ризику передбачає дослідження, спрямовані на виявлення небезпек і кількісне визначення ризику при здійсненні різних видів діяльності, здійснення будь-якого господарського проекту і т. п.

Аналіз ризику має ряд загальних положень незалежно від конкретної методики аналізу та специфіки вирішуваних завдань. Загальною є задача визначення допустимого рівня ризику, стандартів безпеки обслуговуючого персоналу, населення і захисту навколишнього природного середовища. Визначення допустимого рівня ризику відбувається, як правило, в умовах недостатньої або неперевіреної інформації, особливо коли це стосується нових технологічних процесів або нової техніки, в ході аналізу значною мірою доводиться вирішувати імовірнісні задачі, що може призвести до значних розбіжностей в одержуваних результатах. Аналіз ризику потрібно розглядати як процес вирішення багатокритеріальних задач, які виникають як компроміс між сторонами, зацікавленими у певних результатах аналізу.

Результати цього аналізу мають істотне значення для прийняття обґрунтованих і раціональних рішень при вирішенні проблеми виробничої безпеки. В процесі аналізу знаходять широке застосування форматизовані процедури та облік різноманітних ситуацій, з якими може зіткнутися керуючий персонал у процесі аналізу виробничих небезпек. Невизначеність, в умовах якої у багатьох випадках повинні прийматися управлінські рішення, накладає відбиток на методику, хід і кінцеві результати аналізу. Методи, що використовуються в процесі аналізу, повинні бути орієнтовані насамперед на виявлення та оцінку можливих втрат у разі нещасних випадків і професійних захворювань, виробничих аварій, вартості забезпечення безпеки і переваг, одержуваних при реалізації того чи іншого проекту в системі управління охороною праці.

### *Список літератури*

1. Рекомендації щодо підвищення ефективності управління ризиками виникнення нещасних випадків та професійних захворювань на рівні підприємства, галузі, держави. – К.: Основа, 2004. -15 с. 4. Опыт разработки и внедрения.
2. Ромась М.Д. Оптимізація показників ризиків настання нещасних випадків на виробництвах// Інформаційний бюлетень з охорони праці ДУ «ННДПБОП». – 2013. – С.32-38.
3. Ромась М.Д. Визначення виробничих ризиків в умовах страхування від нещасних випадків на виробництвах// Проблеми охорони праці в Україні: збірник наук. пр. ДУ «ННДПБОП». – 2012. – Вип. 23. - С.33-42

О.Э. ЛАПШИН, д-р техн. наук, проф., О.О. ЛАПШИН, д-р техн. наук, доцент  
Д.О. ЛАПШИНА, канд. техн. наук, ст. викладач  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ РУДНИКОВОГО ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІДРАВЛІЧНИХ ЗАВІС**

Розробка родовищ залізних руд підземним способом супроводжується забрудненням рудникової атмосфери пилом і шкідливими газами, якими є: оксид вуглецю (СО), оксиди азоту (NO<sub>x</sub>) та ін. Джерелами надходження пилу і шкідливих газів у рудникову атмосферу є вибухові роботи та процеси навантаження і подрібнення гірської маси в гірничих виробках. Потрапляючи в органи дихання рудниковий пил викликає професійне захворювання на пиловий бронхіт. Разом із пилом в органи дихання потрапляють шкідливі гази, що прискорює розвинення професійного захворювання.

Актуальність питання очищення рудникового повітря полягає у тому, що існуючі способи є неефективними, концентрації пилу і шкідливих газів у гірничих виробках залишаються високими, що негативно впливає на стан охорони праці на робочих місцях.

Метою цього дослідження є підвищення ефективності очищення рудникового повітря від шкідливих домішок та покращити умови праці в гірничих виробках. При виконанні досліджень застосовувався комплексний метод, який передбачав визначення дисперсності крапель, швидкості їх польоту, щільності водного аерозолу, розміри зони зрошення, ступінь турбулізації забрудненого потоку, напрям його руху і факелу гідравлічної завіси.

Новизною отриманих результатів є те, що доведено наявність електростатичного поля негативної полярності у факелі диспергованої води, а ступінь електрзарядженості залежить від тиску води, що подається в завісу. Так, зі збільшенням тиску води до 1 МПа досягається підвищення негативної напруженості електростатичного поля до 500-600 В/м і зменшення середнього діаметра крапель води до 150 мкм.

Практична цінність запропонованого способу полягає у зниженні концентрації пилу і шкідливих газів в повітрі та поліпшуються умови праці на в гірничих виробках.

Результати випробувань завіси засвідчили ефективність її роботи в промислових умовах. Гідравлічна завіса утворюється установкою «Дош», випробування якої відбувалося на промисловому майданчику шахти ім. Фрунзе ПАТ «Суша Балка», Кривий Ріг. Конструкція промислового зразка установки містить корпус, виконаний у вигляді циліндричного патрубку діаметром 0,2 м, довжиною 1,0 м, що має на вході конфузур, а на виході – дифузур, які з'єднані між собою змішувальною камерою. В середині змішувальної камери обладнано відцентрову форсунку, яка з'єднана з водопроводом високого тиску за допомогою поворотної муфти. Установка «Дош» діє наступним чином. Вода під тиском 1,0-1,5 МПа надходить з водопроводу у відцентрову форсунку, за допомогою якої у камері змішування утворюється дрібнодисперсний водяний факел, який ежектує в конфузур установки оточуюче забруднене повітря. Ступінь електричної зарядженості диспергованої води залежить від тиску води в трубопроводі, який регулюється електричним клапаном, що обладнано на водопроводі високого тиску. Факел гідравлічної завіси завдяки поворотній муфти спрямовується попутно або назустріч потоку забрудненому повітрю у гірничій виробці. Утворені краплі води діаметром 1,0-100 мкм мають негативний заряд, що сприяє ефективній коагуляції їх з частками пилу і адсорбції шкідливих газів

Основні параметри гідравлічної завіси отримані під час випробувань на промайданчику шахти полягають в наступному: дальнобійність завіси понад 20 м; витрати води 0,03-0,05 л/м<sup>3</sup>; напруженість електричного поля 500-600 В/м; електрзарядженість водного аерозолу понад 800 нКл/кг. Випробування гідравлічної завіси в умовах шахти «Тернівська» (м. Кривий Ріг) на горизонті 1275 м відбувалося безпосередньо після вибуху шпурових зарядів вибухових речовин загальною масою 24 кг (грануліт 79/21 – 19 кг, україніт – 5 кг) при проведенні штреку 45-49 горизонту 1308 м, орт 43 вісі.

За результатами випробувань гідравлічної завіси «Дош» встановлено зниження концентрацій: пилу – 94-98%, оксиду вуглецю – 55-80%, оксидів азоту – 75-85%.

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ**

Гірничо-металургійний комплекс є одним з найбільш небезпечним і шкідливим. На сучасних підприємствах якого, систематично мають місце нещасні випадки з тяжкими та смертельними наслідками. Своєчасна й цілеспрямована профілактична працезохоронна діяльність дозволить знизити рівень травматизму й професійної захворюваності та, як наслідок, втрати, пов'язані з компенсаціями потерпілим, виплатами штрафів тощо. Одним з напрямів профілактичної працезохоронної діяльності є удосконалення системи управління та організації охорони праці. Важливою функцією управління охороною праці є аналіз та прогноз показників стану охорони праці.

Вагомий внесок у розв'язання проблеми підвищення ефективності функціонування системи управління охороною праці зробили вітчизняні вчені Гогіташвілі Г.Г., Лапшин В.І., Лесенко Г.В., Льовкін М.Б., Ткачук К.Н., Ткачук С.П. та інші. Удосконаленню методів та засобів комплексного аналізу та попередження виробничого травматизму сприяли роботи Касьянова М.А., Гедровича А.І., Кружилко О.Є., Ступницької Н.В., Сухаревської О.М., Мартинова А.А., Кір'янова Ю.А., Костенко О.М.. Проведені наукові дослідження показують, що методи статистичного аналізу виробничого травматизму використовуються в багатьох галузях економіки України, але вони не стали важливою ланкою з точки зору ефективності заходів, розроблених на їх основі на гірничо-металургійних підприємствах. Це пов'язано з тим, що на підприємствах не проводиться оперативне відслідкування зміни показників травматизму, не знайшли широкого впровадження інформаційні системи, за допомогою яких можливо одночасно враховувати значну кількість факторів, які впливають на показники стану охорони праці та визначити пріоритетні напрями профілактичних заходів.

Дослідження виробничого травматизму на гірничо-металургійних підприємствах показує, що при розподілі причин виробничого травматизму на організаційні, технічні та психофізіологічні, організаційні причини зумовлюють 63-76 % всієї кількості виробничих травм. Розподіл кількості травмованих зі смертельним наслідком свідчить, що 30 % становить порушення трудової та виробничої дисципліни; 20 % - порушення вимог безпеки під час експлуатації устаткування, машин, механізмів; 4,4 % - алкогольне, наркотичне сп'яніння, отруєння токсичними речовинами; 10 % - незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, будинків, споруд, території, засобів виробництва та транспортних засобів. Зазначені причини викликають до 90 % травм зі смертельним наслідком [1, 2].

Для аналізу та прогнозу показників виробничого травматизму було використано алгоритм побудови багатофакторних регресійних моделей. Побудована багатофакторна регресійна модель залежності кількості нещасних випадків  $Y_i$  від факторів  $X_1 - X_5$ :  $Y_i = f(X_1; X_2; X_3; X_4; X_5)$ , де  $X_1$  - організаційний фактор;  $X_2$  - кваліфікаційний фактор;  $X_3$  - технічний фактор;  $X_4$  - конструктивний фактор;  $X_5$  - особистий або психофізіологічний фактор. Встановлено, що кількість нещасних випадків в першу чергу залежить від організаційного фактору (58,11%), потім від кваліфікаційного (29,58%) та технічного (9,66%) факторів. Розглядаючи кожен з факторів як змінну, залежну від часу, можливо розрахувати прогнозне значення кожного фактору [3].

Тому, СУОП призвана забезпечити оптимальне управління охороною праці, але без впровадження інформаційних технологій підвищити ефективність управління охороною праці неможливо.

*Список літератури*

1. **Травматизм на виробництві** [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat\\_u/2013/sb/07\\_13/zb\\_prU\\_2012.zip](http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2013/sb/07_13/zb_prU_2012.zip).
2. **Виробничий травматизм** [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat\\_id=2021\\_51](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=2021_51).
3. **Шапошникова С.В.** Удосконалення методів аналізу, прогнозу та попередження виробничого травматизму на металургійних підприємствах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.26.01 «Охорона праці» / Шапошникова С.В. — Луганськ, 2008. — 20с.

## ЗАПОБІЖНЕ МЕХАНІЗОВАНЕ КРІПЛЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Аналіз травматизму на підземних рудниках за останні роки показує суттєве зростання числа нещасних випадків при проходці і кріплення гірничих виробок. У ситуації, що склалася на даний час гостро стоїть питання про вдосконалення діючих і розробці, випробуванні та подальшому застосуванні нових способів підтримки і кріплення гірничих виробок, що проводяться в рудному масиві на великих глибинах, де часто відбуваються нещасні випадки, травмування людей та утворення завалів, що приводить до порушення технологічного циклу з відповідними їм додатковими трудовими й фінансовими втратами. Відсутність зручних, надійних та мобільних захисних засобів, які могли б забезпечити безпечне виконання робіт робітниками у привибійній зоні, є проблематикою 21 століття у сфері проходження горизонтальних гірничих виробок, тому виникла потреба у застосуванні запобіжного, механізованого кріплення гірничих виробок.

Відомі конструкції запобіжних кріплень, які застосовуються на гірничих підприємствах мають складне обладнання, використовуються тільки для виробок певного перерізу та не мають захисту працюючих від падіння породи з боків виробки, є нерухомим та потребують пересування за допомогою транспортних засобів, наприклад електровозу або породонавантажувальної машини тощо. Такі недоліки знижують захисну здатність та вимагають збільшення енерговитрат, що може призвести до травмування [1,2].

Запобіжне механізоване кріплення функціонує наступним чином Секції несучих рам зверху і з боків перекриті відпрацьованою конвеєрною стрічкою і закріплені болтами на платформі, яка установлена на передній і задній колісних парах відповідно. На платформі обладнано двигун з пневматичним приводом, що підключений гнучким шлангом до магістралі стисненого повітря. Змінення частоти оборотів вала двигуна, кінець якого виконано за формою черв'яка, що з'єднаний із зубчастою шестернею, здійснюється за допомогою рукоятки. Зубчаста шестерня закріплена на вісі колісної пари за допомогою шпоночного з'єднання. Пересувне кріплення має рульове управління, яке складається з рульового колеса і зубчастої передачі з внутрішнім зчепленням. Редуктор, в свою чергу, складається з ведучого зубчастого колеса, яке має шпоночне з'єднання з віссю рульового колеса і веденого зубчастого колеса, яке жорстко закріплене на вісі передньої колісної пари. Обертання ведучого зубчастого колеса здійснюється за допомогою рульового колеса, а завдяки внутрішнього зчеплення з веденим зубчатым колесом, призводить до його обертання в системі зубчастої передачі. Оскільки редуктор жорстко закріплений на вісі передньої колісної пари, тому його обертання призводить до повороту цієї колісної пари. Платформа обладнана кріслом машиніста, з якого зручно здійснювати управління за допомогою рульового колеса, а також переключати швидкість його руху рукояткою. Вхідний патрубок двигуна з'єднаний з магістраллю стисненого повітря за допомогою гнучкого шланга, що дає можливість самостійного пересування по виробці.

Запобіжне механізоване кріплення розташовується безпосередньо в вибою виробки, яка проходиться, що забезпечує захист працюючих від падіння кусків гірської породи, при веденні технологічних процесів.

Використання запропонованого механізованого кріплення забезпечує підвищення безпеки працюючих при проведенні гірничих виробок, а також досягається зниження енерговитрат за рахунок самостійного руху та відсутності необхідності застосування допоміжного транспортного засобу для його пересування.

### Список літератури

1. Гиленко В.А., Федотов В.Н., Цветков В.К. Способы и средства возведения временной крепи в подземных горизонтальных выработках. – М., 1989. – 28 с.
2. Гацький А.К., Лапшин О.Є., Гацький І.А. Тимчасове запобіжне пересувне кріплення гірничих виробок. Патент на корисну модель №103514, Е 21D 11/00, опубл. Бюл. № 24, 2015 р.

**ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВСЕРЕДИНІ АСПІРАЦІЙНОГО УКРИТТЯ  
ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОГО ВУЗЛА**

Перевантаження сипких матеріалів є найбільш поширеною операцією при різних процесах транспортування і переробки мінеральної сировини. Найбільш інтенсивно виділяється пил в місцях перевантаження матеріалу з конвеєра на конвеєр та на інших перевантажувальних вузлах. Найбільш ефективним способом локалізації виділень пилу є влаштування укриттів перевантажувальних вузлів, приєднаних до системи аспірації. Викиди пилу через нещільності укриття, попереджаються завдяки розрідженню в його порожнині, яке підтримується за рахунок відсмоктування певної кількості запиленого повітря. Значна кількість пилу, що відсмоктується з порожнини укриття, відкладається в трубопроводах систем аспірації, і зменшує їх поперечний переріз. Через відкладення пилу в трубопроводах суттєво скорочується кількість повітря, що відсмоктується з порожнини укриття, змінюються аеродинамічні показники та ефективність роботи системи аспірації в цілому. Порушення сталої роботи систем аспірації сприяє росту запиленості повітря на робочих місцях, оскільки не виконується основна задача – надійна локалізація шкідливих виділень. З часом, відкладення пилу в трубопроводах збільшуються, що приводить до перевищення допустимих навантажень на металоконструкції в місцях кріплення трубопроводів, допустимих прогинів, і в решті решт, до руйнування.

Для ефективної локалізації і аспірації виділень пилу на перевантажувальних вузлах необхідно підтримувати сталий рівень показників об'ємів повітря, що відсмоктується з порожнини укриття, та аеродинамічних показників в мережі аспірації, що виключає осадження пилу в трубопроводах. Один з напрямків вирішення цього завдання полягає у зменшенні кількості пилу, що потрапляє до мережі трубопроводів системи аспірації. Виведення пилу в мережу трубопроводів системи аспірації можна скоротити за рахунок зниження концентрації пилу в повітрі, що відсмоктується з порожнини укриття, за допомогою пристроїв для очищення повітря, розташованих всередині укриття.

Для очищення повітря в середині укриттів перевантажувальних вузлів слід віддавати перевагу процесам сухого пиловловлення, в яких розділення фаз (твердої від газової) під час руху аеродисперсної системи здійснюється за рахунок дії відцентрових сил.

Для очищення повітря на перевантажувальних вузлах запропоновано аспіраційне укриття вузла перевантаження стрічкового конвеєра [1], яке відрізняється тим, що корпус укриття виконаний у вигляді відсмоктувального купола, розділеного по вертикалі на дві частини, які мають між собою болтове з'єднання, при цьому верхня частина купола жорстко з'єднана з всмоктувальним трубопроводом, установленим співвісно в середині відсмоктувального купола, а нижня його частина обладнана в середині пиловловлюючою воронкою з всмоктувальними отворами. Всмоктувальні отвори пиловловлюючої воронки обладнані в середині спрямлюючими лопатками, закріпленими під кутом 35-45° до внутрішньої поверхні, а її випускний отвір обладнаний затвором для вивантаження накопиченого пилу.

Практичне використання запропонованого укриття перевантажувального вузла дозволяє підвищити ефективність локалізації пилу у місці його виділення за рахунок застосування відсмоктувального купола; досягти високого ступеня очищення забрудненого повітря шляхом прискорення тангенціального руху його в пиловловлюючій воронці та збільшення дії відцентрових сил на пилові частки; уникнути втрат матеріалу при аспірації. Крім того, очищення повітря всередині аспіраційного укриття полегшує і здешевлює процес очищення аспіраційного повітря в пиловловлювачах на наступних ступенях очистки. При цьому, підвищується надійність експлуатації мережі трубопроводів системи аспірації, знижується ймовірність відкладення пилу в трубопроводах на горизонтальних і похилих ділянках мережі, зменшується абразивне зношення стінок трубопроводів, що підвищує в цілому ефективність роботи системи аспірації.

*Список літератури*

1. Патент на корисну модель. Аспіраційне укриття вузла перевантаження стрічкового конвеєра. / **Лапшин О.Є., Лапшин О.О., Шаповалов В.А., Лапшина Д.О.**; заявник і власник Криворізький технічний університет. – № u201709932; заявл. 13.10.2017.

О.В. ПИЩИКОВА, канд. техн. наук, доц., Д.К.МЕЛЕЖИК, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРАХУНКІВ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРАЦЕОХОРОННИХ ЗАХОДІВ ПРИ ЇХ ПЛАНУВАННІ**

Пріоритети в організації державної політики в галузі охорони праці на сьогодні, як і раніше, віддаються не профілактичним заходам і мінімізації професійних ризиків, а компенсації останніх. Згідно національного законодавства з охорони праці гірничі підприємства витрачають на доплати за несприятливі умови праці і інші пільги і компенсації велику частину коштів з прибутку. Тому в теперішній ситуації підприємства зі шкідливими умовами праці стають матеріально зацікавленим в скороченні витрат, пов'язаних зі шкідливими умовами праці за рахунок поліпшення стану охорони праці, корінній реконструкції або навіть ліквідації робочих місць з несприятливими умовами праці.

На сьогоднішній день актуальним є удосконалення алгоритмів оцінки соціально-економічної ефективності заходів з покращення умов праці, підходів до формування цих заходів та розробка рекомендацій щодо поліпшення стану охорони праці в умовах гірничих підприємств, використання яких дозволить підвищити їх обґрунтованість і соціально-економічну доцільність.

На сьогодні на гірничих підприємствах при відкритому видобутку залізних руд найбільш високі концентрації пилу спостерігаються на вантажно-транспортних роботах (до 48,2 мг/м<sup>3</sup>). Запиленість повітря в кар'єрах в 1,75 р. перевищує ГДК; із збільшенням глибини кар'єрів і кількості вживаного технологічного автотранспорту накопичуються підвищені концентрації вихлопних газів (по оксиду вуглецю до 28 мг/м<sup>3</sup>, оксиду азоту до 5,8 мг/м<sup>3</sup>) тощо.

Згідно із статистичними даними, на промислових підприємствах Дніпропетровської області витрати на відшкодування збитків складають більш ніж 100 тис.грн від одного випадку професійного захворювання. Величина економічних збитків (У) складається з цілого ряду складових, які включають: витрати на пенсійне забезпечення по інвалідності; оплату по регресних позовах; витрати на всі види лікування- амбулаторне, стаціонарне, санаторне та інші; витрати, що викликані тимчасовою втратою працездатності з професійного захворювання; витрати на перекваліфікацію хворих робітників у зв'язку з переходом на роботу з безпечнішими умовами праці і на навчання нових робітників, що приймаються на місце хворих.

Для підвищення соціально-економічної ефективності праце охоронних заходів слід враховувати наступні критерії та фактори: показник професійного ризику втрати працездатності; значущість шкідливих виробничих факторів; вагові коефіцієнти(оцінки експертів), що виставляються по кожному заходу; кількість працівників, яким планується покращити умови праці при впровадженні заходів.

Таким чином, розрахунки соціально-економічної ефективності праце охоронних заходів дають можливість підвищити абсолютну ефективність вкладень та покращити умови праці на гірничих підприємствах.

### *Список літератури*

1. **Фомочкин А.В.** Метод определения класса профессионального риска работников нефтегазовой отрасли промышленности // Безопасность труда в промышленности.- 2007.- № 4.- с.36-39.
2. **Онищенко В.Я.** Управление технологическим риском // Безопасность труда в промышленности.- 2006.- № 12.- с.29-31.
3. Методы расчета и оценки экономической эффективности мероприятий по борьбе с неблагоприятным воздействием шума и вибрации на производстве.- К.:Знание, 2008.- 19с.

В.І. ДЕНЬГУБ, канд. техн. наук, доц., А.К. ПОПОВИЧ, студентка  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ З ПОТОКАМИ, ЩО КОНТАКТНО ЗМІШУЮТЬСЯ.

В галузі теплопостачання виникла складна ситуація і в більшості теплових районів міст України відсутнє централізоване гаряче водопостачання. Раціональними напрямками виходу з такого стану є спорудження і використання індивідуальних теплових пунктів (ІТП) для окремих будівель різного призначення з водоводяними і пароводяними вузлами змішування теплових потоків [1, 2].

Проектування теплообмінних апаратів здійснюється на основі теплотехнічного параметру повноти використання енергії теплоносія до холодної водопровідної води або до води з системи опалення (відкриті теплові мережі). При цьому тепловий коефіцієнт корисної дії теплообміну між середовищами сягає одиниці. В процесі теплообміну не враховується необоротність процесу передачі тепла від одного середовища до іншого.

Енергетична ефективність теплообмінних апаратів з необоротним процесом теплопередачі характеризуються їх ексергетичним коефіцієнтом корисної дії  $\eta_e$  (ЕККД). Необоротність процесів спостерігається як для потоків, що змішуються, так і для відокремлених.

Авторами проведені дослідження значень енергії  $a_x$  з використанням теореми Гюї-Стодоли для теплообмінників обох типів [3]. В наслідок розрахунків ексергії для водоводяних апаратів змішування мережевої води з охолодженою мережевою водою після системи опалення ексергетичний ККД сягає значень 0,997 – 1,0.

Встановлено, що для пароводяних емнісних пристроїв (апаратів) контактного змішування значення ексергетичного ККД змінюється в інтервалі  $\eta_e \in (0,961; 0,977)$ . При цьому спостерігається закономірність зі збільшенням температури пари до 340K ексергетичний ККД приймає менше значення ніж при температурі пари 330K. Зменшення ЕККД з підвищенням температури пари пояснюється залежністю зменшенням теплоємності води та пари з підвищенням температури та створенням парових бульбашок в водному середовищі що зменшує коефіцієнт тепловіддачі.

Попередні дослідження ЕККД для швидкісних водоводяних теплообмінників для підготовки гарячої води виявили наступне: для пластинчастих та кожухотрубних теплообмінників, які приєднані до теплової мережі за одноступеневою схемою ЕККД сягає значень 0,75 – 0,78, а для таких же теплообмінників, що приєднані до тепломережі за двоступеневою схемою ЕККД становить 0,84 - 0,86.

Таким чином, при можливостях вибору використання швидкісних водоводяних теплообмінників з відокремленими потоками теплообміну і ексергетичним ККД  $\eta_e \in (0,77; 0,86)$  і застосуванням контактних теплообмінників змішування перевагу слід віддати останнім типам пристроїв для підготовки гарячої води.

В випадку, коли використання теплообмінників як з відокремленими тепловими потоками так і з контактними пристроями змішування неможливо, в інженерній і побутовій практиці для отримання гарячої води використовують електричні бойлери з термодинамічним та ексергетичним ККД рівним одиниці.

### Список літератури

1. Теплопостачання (частина I «Теплові мережі і споруди») / П.М.Єнін, Н.А.Швачко. – К: Кондор, 2007. – 241 с.
2. Теплоснабжение: Учебное пособие для студентов вузов / В.Е. Козин, Т.А. Левина, А.П. Марков, И.Б. Пронина, В.А. Слемзин. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.
3. Техническая термодинамика / Под. ред. В.И. Крутова. – М.: Машиностроение, 1991. – 384с.

В.І. ДЕНЬГУБ, канд. техн. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІЯ ФІШЕРА-СНЕДЕКОРА ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ЧАСУ НА ВЛАСТИВОСТІ ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.

При підготовці магістрів до наукової діяльності учбовими програмами передбачено ознайомлення і засвоєння критеріїв Корхена, Фішера, Пірсона, Романовського. Перераховані критерії дозволяють: а) оцінити здатність відтворення експериментів; б) адекватність отриманих емпіричних формул експериментальним даним [1,2]. Проте певні будівельні матеріали, металеві елементи, хімічні сполуки та інше з часом змінюють свої властивості без додаткового впливу на них фізико-механічних чинників. Перераховані вище критерії не дають повної інформації про відтворення експериментів, що проводяться в різні часові проміжки.

Критерій Корхена дає змогу оцінити отриману вибірку експериментальних даних на відтворення результатів, що отримані при  $k$ -паралельних дослідах і розташованих в  $m$ -серіях. При обчисленні функціональної характеристики цього критерію згоди і порівнянні з табличним значенням, що підтверджують їх відтворення здійснюється оцінка на випадковий чи закономірний вплив часу властивостей об'єкту.

Відповідь на випадковий чи закономірний вплив часу на зміну властивостей об'єктів дає застосування критерію Фішера-Снедекора [3]. Для цього дві частини вибірки, які розмежені певним часом і в яких середні вибірккові значно відрізняються, об'єднують в генеральну вибірку об'ємом  $n=mk$ . Параметр  $m$  характеризує кількість серій дослідів,  $k$  - загальна кількість дослідів в генеральній вибірці. За формулою Фішера-Снедекора, яка об'єднує дисперсії генеральної вибірки, дисперсії частинних вибірок, розраховується статистична характеристика  $F_e$  гіпотези зі степенями вільності чисельника  $k-1$  і для знаменника  $n-k$ .

В якості ілюстрації використання критерію Фішера-Снедекора та його формули була розглянута вибірка, яка наведена в літературі [3, с.240]. Генеральна вибірка має об'єм  $n=18$  з серій  $m=3$  і загальною кількістю дослідів  $k=6$  в кожній серії. Для однієї з частинних вибірок об'ємом  $m=(0.5k)=3$  середня вибіркова становить  $\mu_1=1,0$ , а для іншої вибірки, яка складена з такої ж серії, але проведена в інший час, вибіркова середня  $\mu_2=1,5$ . Розрахунок за формулою Фішера-Снедекора дає значення  $F_e=6,57$ . Табличні дані критеріїв Фішера  $F_T$  при імовірності  $p=0,95$  і степенях вільності чисельника  $k-1=5$  та для знаменника  $n-k=12$  дає значення  $F_T=3,15$ . Через те, що  $F_e > F_T$ , впливає, що вплив часу, який вносить зміни в певні характеристики об'єктів, має не випадковий, а закономірний вплив. Внаслідок цього експериментальні дослідження повинні бути продовжені в часових проміжках до асимптотичного наближень характеристик об'єктів сталого значення.

Залежність значень вибірки від часу проведення дослідів в  $m=3$  серіях дозволяє методом найменших квадратів отримати кореляційну емпіричну формулу значення середніх стовпчикових вибіркових від номерів паралельних дослідів. За формулами Фішера розраховуються середня дисперсія  $D_c$  та дисперсія  $D_a$  адекватності. Після обчислення статистичної характеристики згоди та її порівнянні з критерієм Фішера визначається відповідність чи невідповідність розрахункової формули з експериментальними даними.

Використання критеріїв Корхена, Фішера-Снедекора дозволяють посилити аргументованість науково-експериментальних досліджень процесів.

### Список літератури

1. Романчиков В.І. Основи наукових досліджень [Електронний ресурс]: підручник для студентів ВНЗ- К.:Центр навчальної літератури, 2011.
2. Кренф Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Юнити-Дана, 2002.- 543 с.
3. Павловский З. Введение в математическую статистику/ Перевод с польского В.Д. Меникера. Под редакцией Ф.Д. Лившица. – М.: «Статистика», 1967.- 287с.



А.В. УСТИМЕНКО, А.О. ДРЕМЛЮГА, студенти, В.В. МОВЧАН, канд. хім. наук, доцент ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## АНАЛІЗ ТА ПОШУК ЕФЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ВИДАЛЕННЯ СПОЛУК ЗАЛІЗА ІЗ РОЗЧИНІВ

З промисловими стічними водами внаслідок недосконалості технологій дуже велика кількість токсичних сполук важких металів (кадмію, свинцю, кобальту, нікелю, міді, заліза, цинку та інших) надходить у поверхневі природні водойми, де важкі метали накопичуються у воді і донних відкладеннях. Основними забруднювачами водних ресурсів такими металами є підприємства чорної і кольорової металургії, машинобудування, гірничодобувні підприємства. Останнім часом скорочення промислового виробництва призвело до зменшення антропогенного впливу на водні об'єкти, концентрації іонів важких металів у воді поступово знижуються, однак ситуація із забрудненням докільля цими іонами є досить складною. Таким чином, видалення сполук важких металів, зокрема заліза, із виробничих стічних та природних вод являє собою важливе науково-технічне завдання.

Залізо є одним з найпоширеніших природних елементів. Воно міститься в різних глинах, а також входить до складу більшості гірських порід. Вміст заліза залежить від гідрологічних, кліматичних, ландшафтних та регіональних особливостей зони проживання. Сполуки заліза потрапляють в природні води внаслідок розчинення залізистих порід, а також в значній кількості можуть надходити зі стічними водами різних виробництв. Вміст заліза в поверхневих водах складає декілька міліграмів, в шахтних коливається в межах декількох грамів, а за нормами ДСанПіН 2.2.4-171-10 концентрація заліза для води питної якості не повинна перевищувати 0,3 мг/л. Підвищенні концентрації заліза різко обмежують можливості її споживання як для господарств, так і виробничих потреб. На сьогодні існують різноманітні методи видалення іонів заліза з водних середовищ, проте кожен із методів має свої недоліки. Аналіз останніх публікацій свідчить, що одним із найперспективніших є сорбційний метод для очищення води від забруднювачів із використанням як синтетичних, модифікованих так і природних сорбентів. Перевагами застосування адсорбційних матеріалів є: значна поширеність природних сорбентів в Україні, їх доступність, високий ступінь очищення, можливість утилізації шляхом застосування в технологіях отримання інших продуктів, прості засоби регенерації і можливість їх багаторазового використання. Оскільки багато з адсорбентів мають відносно високу вартість і використовуються у великих кількостях, то актуальною є задача пошуку більш дешевих адсорбентів, які б за ефективністю не поступалися існуючим.

Виходячи з вищевикладеного, метою роботи було проведення досліджень ефективності адсорбції іонів Феруму(III) на таких адсорбентах, як силікагель, дрібнодисперсний силіцій(IV) оксид, активоване вугілля та природний магнетит. Для вивчення процесів адсорбції використовували розчини, приготовані з амоній ферум(III) сульфату. Величину адсорбції визначали за стандартною методикою, що полягає у встановленні показника адсорбції при контакті адсорбенту з адсорбтивом протягом 15 хв. Після відфільтрування адсорбенту вміст іонів Феруму(III) у фільтраті визначали фотоколориметричним методом за величиною світлопоглинання тіоціанатних комплексів Феруму. Показник адсорбції розраховували за формулою  $A = (C_0 - C)V/m_a$ , де  $C_0$  — вихідна концентрація адсорбтиву, моль/дм<sup>3</sup>;  $C$  — рівноважна концентрація адсорбтиву, моль/дм<sup>3</sup>;  $V$  — об'єм розчину адсорбтиву, дм<sup>3</sup>;  $m_a$  — маса адсорбенту, г;  $A$  — показник адсорбції, моль/г.

Аналіз отриманих ізотерм адсорбції свідчить, що вона з достатньою точністю описується рівняннями Фрейндліха. Встановлено, що найефективнішою адсорбція іонів Феруму(III) є в слабкокислому середовищі. За ефективністю видалення іонів Феруму(III) з водних розчинів досліджені адсорбенти можна розташувати в такому порядку: силікагель, дрібнодисперсний силіцій(IV) оксид, активоване вугілля, магнетит. На думку авторів, поглинання іонів Феруму(III) на магнетиті відбувається згідно правила вибіркової адсорбції Панета – Фаянса, у відповідності з яким перевагу при адсорбції мають іони, які входять до складу кристалічної ґратки твердої поверхні. Однак, встановлення точного механізму адсорбції потребує подальших досліджень.

**ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПИЛОВЛОВЛЕННЯ  
ПИЛООСАДЖУВАЛЬНИХ КАМЕР**

Промисловий пил, що виділяється при переробці корисних копалин на промислових підприємствах, внаслідок контакту з організмом людини може викликати в неї різні захворювання (алергічні реакції, катаракту, пневмоконіози). З метою унеможливлення розповсюдження пилу у виробничих приміщеннях, джерела виділення пилу обладнують аспіраційними укриттями з видаленням запиленого повітря у пилоочисні установки і подальшим викидом в атмосферу.

Запиленість повітря в аспіраційних укриттях технологічного обладнання на різних етапах переробки залізної руди може становити: при грохоченні – до 350-400 мг/м<sup>3</sup>; при дробленні у шоккових дробарках – до 900-1000 мг/м<sup>3</sup>, у конусних – до 700-800 мг/м<sup>3</sup>; при роботі млинів – до 90-120 мг/м<sup>3</sup>; при роботі сухих магнітних сепараторів – до 150-200 мг/м<sup>3</sup>; при перевантаженні з конвеєрів, живильників, грохотів – до 500-600 мг/м<sup>3</sup>, з дробарок – до 3000-5000 мг/м<sup>3</sup>. Незадовільна ефективність роботи систем очищення (65-75 %) призводить до значної запиленості на промислових майданчиках і території комбінатів та шахт погіршуючи санітарно-гігієнічні умови праці їх робітників.

Вибір способу пиловловлення для очищення аспіраційного повітря від пилу залежить від властивостей і цінності пилу, що вловлюється, необхідного ступеня очищення, температури повітря, що очищується і т.п. Усі відомі способи уловлення пилу з аспіраційного повітря можна розділити на сухі (гравітаційні, інерційні, фільтраційні, електричні, комбіновані) та мокрі (інерційні, фільтраційні, електричні, комбіновані). Мокрі способи мають ряд недоліків, які стримують їх широке використання: великі енерговитрати та вартість очищення повітря від пилу, наявність стоків, необхідність захисту пилоочисних апаратів від корозії та видалення відкладень на стінках апаратів і трубопроводів. Тому перевага надається сухим способам знепилення.

Пилоосаджувальна камера є найпростішим пилоочисним пристроєм, в якому запилений повітряний потік переміщується з малою швидкістю, завдяки чому відбувається гравітаційне осадження пилових часток. Перевагами пилоосаджувальних камер є: простота будови та експлуатації; надійність та довговічність; добра можливість компонування з іншими елементами аспіраційних систем і можливість застосування як у стаціонарних, так і у мобільних установках; незначний гідравлічний опір (до 200 Па). Недоліками пилоосаджувальних камер є: низька ефективність осадження тонких фракцій пилу з газової або повітряної суміші; великі габаритні розміри при великих витратах повітря; уловлення переважно важких та крупних часток.

Ефективність уловлення пилових часток за рахунок гравітаційного осадження можна підвищити, зменшивши висоту їх падіння. Це можливо здійснити, помістивши в порожнину пилоосаджувальної камери горизонтальні або похилі пластини (полиці), що перетворює її в групу невеликих паралельних камер або напрямні пласти для направлення повітряного до низу камери. У деяких конструкціях пилоосаджувальних камер для підвищення їх ефективності передбачається обладнання ланцюгових або дровових завіс та відхиляючих перегородок, вертикальних чи горизонтальних екранів. Це дозволяє додатково до гравітаційного ефекту використовувати ефект інерційного осадження пилових часток при обтіканні потоком повітря різних перешкод.

Крім вищевказаних методів, підвищити ефективність пиловловлення пилоосаджувальних камер можливо за рахунок зміни розмірів пилинок, оскільки, згідно закону Стокса, швидкість витання (осадження) пилової частки прямо пропорційна квадрату її радіуса. Таким чином, укрупнивши частки можна досягти збільшення швидкості їх витання (осадження) і підвищення ефективності роботи камери при сталих геометричних її розмірах. Одним із способів коагуляції пилових часток є розміщення на шляху руху запиленого потоку різних перешкод, які створюють електростатичний ефект у потоці повітря, що рухається в камері, наприклад, волоконних завіс з капрону та полівінілхлориду. Крім електростатичної дії на запилений потік волоконні завіси сприяють механічній коагуляції часток, а також пилоосадженню за рахунок втрати енергії пилової частки, що рухається, при її ударі об волокно. Пилові частки проходять між волокнами і, коагулюючись на них, під дією сили тяжіння осідають на дно камери.

### **БЕЗПЕКА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ**

Людина видобуває корисні копалини шахтним методом протягом тисячоліть. Однак технічний і технологічний розвиток дозволили нам розробити досить складну систему щодо забезпечення безпеки роботи в шахтах. Звичайно, це як і раніше одна з найбільш небезпечних сфер діяльності, проте, якщо в далекому минулому причини аварій на шахтах були майже завжди природного характеру, то в даний час на перший план вийшов горезвісний людський фактор.

В роботі важливу роль відіграють властивості і особливості психіки і свідомості. Помилки у виконанні тих чи інших дій можуть бути пов'язані з незадовільним психічним станом людини. При цьому у людини пригнічений настрій, підвищена дратівливість, сповільненість реакцій, а іноді, навпаки, зайві хвилювання, метушливість, непотрібна балакучість. У людини розсіюється увага, виникають помилки при несподіваних відмовах устаткування або раптові зміни ситуації.

Аналіз виробничого травматизму показує, що основна причина травм і загибелі людей на робочих місцях - це поганий психічний стан працівників при виконанні трудових обов'язків. У таких випадках не допомагає ні інстинкт самозбереження, ні знання небезпек виконуваної роботи. На це впливає також надмірна самовпевненість і переоцінка власних можливостей, які знижують увагу людини і призводять до нехтування правилами безпеки. Найбільш частими причинами травматизму є поганий настрій, втому, конфлікти в колективі, з начальниками, ставлення керівників до підлеглих, незадовільний психологічний настрій.

З огляду на те, що помилки робітника під час роботи можуть загрожувати здоров'ю і життю як самого робітника, так і інших людей, вимоги до його працездатності повинні бути досить високими. Важливим фактором серед соціально-психологічних методів управління охороною праці є також проф-відбір і профорієнтація працівників за деякими відповідальними професіями. При цьому потрібно враховувати не тільки фізіологічні, але й психологічні дані, тобто почуття відповідальності, ступінь впевненості в своїх можливостях, комфортність, вольові якості (самовладання, наполегливість, рішучість), стресостійкість. Стресостійкість організму високого рівня надає індивіду здатність зберегти стан внутрішнього спокою в критичній ситуації, допомагає зберегти оптимізм, сприяє прийняттю правильних та адекватних рішень і ефективній поведінці, не дозволяючи порушувати кордону особистості і зберігати особистісну психологічну емоційну цілісність. Стресостійкість організму низького ступеня робить особистість вразливою, призводить до руйнування психоемоційного стану та негативно впливає на правильність прийнятих рішень.

Опитування робочих показало, що більшість з них вважають, що найбільш частими причинами травматизму є поганий настрій, втому, конфлікти в колективі, з начальниками, ставлення керівників до підлеглих, незадовільний психологічний настрій. Це істотно впливає на працездатність робочого порушення ритму, праці і відпочинку. Імовірність нещасних випадків збільшується при схильності робочого ризику, авантюризму, недисциплінованості, легковажності, агресивності та імпульсивності. З огляду на те, що помилки робітника під час роботи можуть загрожувати здоров'ю і життю як самого робітника, так і інших людей, вимоги до його працездатності повинні бути досить високими.

Виходячи з цього, в умовах нестабільності виробництва, поряд зі створенням безпечного стану обладнання та виробничого середовища, значна увага з боку керівництва підприємств і його підрозділів повинна приділятися підвищенню надійності людського фактора в системі "людина-машина-середовище". Дослідження безпеки екстремальних ситуацій мають своїм завданням вдосконалення психологічного відбору та психологічної підготовки для роботи в незвичайних умовах існування, а також розробку заходів захисту від травмуючої дії психогенних факторів. Необхідно не тільки підвищувати якість навчання і інструктажу персоналу з питань охорони праці, а перш за все проводити відповідну психологічну роботу з тим, щоб виховувати в робочих психологію безпечної роботи, щоб вони оцінювали кожен крок і кожен дію з точки зору її безпечного виконання.

О.О. ЛАПШИН, д-р техн. наук, доц., О. С. КУРІЛОВИЧ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І МОЖЛИВОСТІ ПОЖЕЖНИХ МАШИН

Пожежні автомобілі, залежно від призначення, поділяються на основні, спеціальні та допоміжні. Залежно від виду вогнегасних речовин та способу їх подавання ПА поділяються на : пінного, порошкового, газового, газо-водяного, комбінованого, водопінного, пінно-порошкового та водо-порошкового гасіння.

Основні пожежні автомобілі призначені для доставки до місця пожежі особового складу, пожежно-технічного озброєння і подачі вогнегасних речовин у зону горіння.

Основні пожежні автомобілі поділяються на автомобілі загального призначення (автоцистерни, автонасоси, автомобілі першої допомоги) та автомобілі цільового призначення (порошкового гасіння, пінного гасіння, пожежні автонасосні станції та інші).

Спеціальні пожежні автомобілі призначені для доставки особового складу і виконання спеціальних робіт на пожежі (пожежні автопідйомники , пожежні автодрабини, пожежні автомобілі газодимозахисту, пожежні автомобілі димовидалення, зв'язку та освітлення, технічної служби, штабний, рукавний тощо).

Допоміжні пожежні автомобілі призначені для технічного обслуговування основної і спеціальної пожежної техніки, доставки особового складу, технічних засобів, пально-мастильних речовин до місця пожежі, проведення інших допоміжних робіт.

На даний момент в Україні затверджені та набрали чинності документи які стосуються пожежно-рятувальних автомобілів.

Залежно від допустимої повної маси пожежні автомобілі поділяються на класи:

легкі – L: маса від 2 до 7,5 т;

середні – M: маса від 7,5 до 14 т;

важкі – S: понад 14 т.

категорії пожежно-рятувальних автомобілів (далі – ПРА) встановлюють залежно від їх прохідності:

категорія 1 (міський, пожежний транспортний засіб, який використовують на штучних дорожніх покриттях);

категорія 2 (сільський, пожежний транспортний засіб, здатний пересуватися будь-якими дорогами та має обмежену здатність пересуватися поза дорогами);

категорія 3 (всюдихідний, пожежний транспортний засіб, здатний пересуватися будь-якими дорогами, а також пересіченою місцевістю).

Залежно від їх основного призначення ПРА поділяються на такі групи:

Пожежний автомобіль для пожежогасіння і проведення рятувальних робіт:

насосно-рукавний пожежний автомобіль;

пожежний автомобіль цільової призначенності.

Пожежний автомобіль для підймання на висоту:

пожежна автодрабина;

пожежний автопідймач.

Спеціалізовані пожежні транспортні засоби:

штабний пожежний автомобіль;

пожежний автомобіль для перевезення особового складу підрозділу;

пожежний автомобіль технічного забезпечення.

Для ліквідації пожеж на території гірничо-рудних комбінатів передбачені протипожежні заходи згідно оперативних частин: планів ліквідації аварій (ПЛА), планів ліквідації локалізації аварійних ситуацій (ПЛАС) і проектів протипожежного захисту.

### *Список літератури*

1. Правила пожежної безпеки України. Затверджені Наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 року № 1417.

2. ДСТУ 3286-95 Пожежна техніка. Автомобілі гасіння. Загальні технічні умови.

О.О. ЛАПШИН, докт. техн. наук, доц., К.І. БАТИР, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ, ЩО ПРОВОДЯТЬСЯ БАШТОВИМ КРАНОМ НА ТЕРИТОРІЇ СКЛАДІВ ТА СКЛАДСЬКИХ ДІЛЯНОК

Відповідно вимог діючого законодавства, після реєстрації в територіальних органах [1, 2] Держпраці і технічного огляду спеціалізованою організацією [3, 4], приймається рішення щодо можливості експлуатації баштового крана з відповідним записом до його паспорту, здійснюється пуск його в роботу. Технологічна карта:

Згідно з проектом, перед початком робіт підготувати фундамент під баштовий кран, який повинен бути спланований на горизонтальній площині.

Завезти вантаж та скласти в місця, де забезпечується їх зручна подача баштовим краном. На підготовленій площадці за проектом змонтувати баштовий кран.

Вантажозахоплюючий пристрій подається краном до вантажу.

Вантаж причепити за допомогою вантажозахоплювального пристрою до гака баштового крана, підняти і поворотом стріли баштового крана подати до місця укладання.

Вантаж опустити, укласти та розстропувати.

Наступні операції виконувати аналогічно.

Встановлення баштових кранів в охоронній зоні електромереж дозволяється тільки за дозволем власника електромереж.

Техніка безпеки

Небезпечну зону огородити або позначити попереджувальними знаками. Вираховування небезпечних зон.

Границі небезпечної зони баштових кранів вираховуються площею поміж підкранової колії, збільшеною в кожену сторону на  $(R + S)$ , довжина  $L = l_n + 2(R + S_H)$ , ширина  $B = b + 2(R + S_H)$ ,

де  $l_n$  - довжина підкранової колії, м;  $b$  - ширина колії, м;  $R$  - максимальний виліт гаку, м;

$S_H$  - відліт вантажу при його падінні з висоти, м.

Границі небезпечної зони, де проявляються потенційна дія небезпечних виробничих факторів, зв'язаних з падінням предметів, визначаються зовнішніми контурами об'єкта який будується, збільшеними на  $S_H$ .

Кран встановити на спланованій горизонтальній площадці з урахуванням забезпечення безпечних відстаней.

При стропуванні, переміщенні та монтажі вантажу знаходження робітників в зоні можливого опускання вантажу і стріли забороняється.

При переміщенні та монтажі вантажу необхідно використовувати інвентарні відтяжки. Утримувати вантаж від розвертання руками забороняється.

При монтажі та вивірянні використовувати інвентарні монтування.

З технологічною карткою ознайомлені і зобов'язуються виконувати:

Кранівник \_\_\_\_\_

Стропальник \_\_\_\_\_

### Список літератури

1. Закон України «Про охорону праці». - Відомості Верховної Ради України від 08.12.1992р., № 49, стаття 669.
2. «Порядок проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки», Офіційний вісник України офіційне видання, від 11.06.2004 — 2004 р., № 21, стор. 68, стаття 1434, код акту 28973/2004 та Урядовий кур'єр, офіційне видання від 09.06.2004 — № 106
3. Методичні вказівки з проведення експертного обстеження (технічного діагностування) підійомників. МВ 22959884.001-2004. Підійомно-транспортна академія наук України, 21.10.2004р.
4. СОУ МПП 53.030-158:2006. Вантажопідіймальні крани, підіймальні пристрої і відповідне обладнання. Виготовлення. Загальні технічні вимоги. Видання офіційне. Міністерство промислової політики України, 2006.

К.В. ЛОСЬЕВ, ассистент, Е.И. СУГАНЯКА, студентка  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## **ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАБОТНИКОВ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА.**

На предприятиях теплоснабжения всех форм собственности и ведомственного подчинения эксплуатируется больше 27 тысяч котельных техническое состояние которых в большинстве случаев является неудовлетворительным.

В Украине из 65 тысяч установленных котлов 25% эксплуатируется более 20 лет. Значительное количество действующих котлов являются устаревшими и малоэффективными с коэффициентом полезного действия ниже 82%. Не отвечающим требованиям технической эксплуатации является состояние тепловых сетей 5,5 тыс. км или 15% тепловых сетей находятся в аварийном состоянии.

Потери тепловой энергии за год составляют более 13 млн. Гкал. Это 12% от всей отпущенной тепловой энергии, на которые израсходовано 2,5 млрд. куб. м природного газа.

Анализ потерь тепловой энергии и природного газа, который используется на производство потерянной тепловой энергии в коммунальной теплоэнергетике в схемах централизованного теплоснабжения свидетельствует о том, что потери на производстве (в котельных) достигают 22%, при транспортировании тепловой энергии 25%, однако наибольший перерасход природного газа связан с производством тепловой энергии потерянной у потребителя 30%.

Из общей протяженности водопроводно-канализационных сетей 33,3% в находятся в аварийном состоянии и требуют замены. Это производит к значительному росту аварий, количество которых достигает 250 аварий в год на 100 км трубопроводов, что в 20 раз превышает соответствующий показатель в странах Западной Европы.

Энергетическая составляющая в себестоимости питьевой воды и очистки сточных вод в среднем по Украине почти 50%, а потребление электроэнергии в водопроводно-канализационном хозяйстве составляет почти 4,9 млрд. кВт.год., или 3,9 % от общего потребления в Украине.

Стремительный рост цен на энергоносители остро ставит проблему рационального и эффективного использования топливно-энергетических ресурсов.

Именно в отопительный период года производится максимальное количество аварийных ремонтных работ. Ремонтные работы проводимые по восстановлению теплопроводов, связаны с метеорологическими условиями и временем нахождения рабочих на аварийных ремонтных работах.

Обслуживающий персонал производящий ремонтные работы находится на открытом пространстве и подвергается воздействию метеоусловий (БРис УКР.ЦРКЗПС): средняя температура в холодный период года составляет (-8,5 С), в это холодное время года преобладают ветры Северного и Северо-Восточного направлений, скорость которых достигает 15-22 м/с. Рабочие переохлаждаются и следствием переохлаждения являются различного рода заболевания.

Из вышеприведенного можно сделать вывод о том, что для уменьшения количества заболеваний трудящихся необходимо ремонтные работы осуществлять в теплый период года, а также сократить количество порывов на теплотрассах до минимального процента, разработав соответствующие мероприятия по улучшению эксплуатации и ремонтов теплопроводов.

Одним из методов сокращения объема ремонтных работ является профилактика эксплуатации, заблаговременное выявление количества аварийных участков теплотрасс. Выполнение перечисленных факторов позволит улучшить производство организационных работ по ликвидации аварийных участков теплотрасс и соответственно позволит снизить количество аварийных работ, что в свою очередь уменьшит заболеваемость работников и повысит безопасность труда особенно в осенне-зимний период.

### *Список литературы*

1. Гольшев А.М., Лосьев К.В. Определение степени травмоопасности основных видов ремонтных и эксплуатационных работ на предприятиях теплоснабжения, Вестник Криворожского технического университета, 2007
2. [www.misto.esco.co.ua/best\\_practice/art50.htm](http://www.misto.esco.co.ua/best_practice/art50.htm)

К.В. ЛОСЬЕВ, ассистент  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## **ВАЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ТРАВМООПАСНОСТИ ОСНОВНЫХ ВИДОВ РЕМОНТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 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.

Сегодня на предприятиях теплооснабжения всех форм собственности и ведомственного подчинения эксплуатируется больше 27 тысяч котельных техническое состояние которых в большинстве случаев является неудовлетворительным.

Из 65 тысяч установленных котлов 25% эксплуатируется более 20 лет. Значительное количество действующих котлов являются устаревшими и малоэффективными с коэффициентом полезного действия ниже 82%. Не отвечающим требованиям технической эксплуатации является состояние тепловых сетей 5,5 тыс. км или 15% тепловых сетей находятся в аварийном состоянии.

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.

Возникает необходимость в определении степени травмоопасности основных видов ремонтных и эксплуатационных работ на предприятиях, вырабатывающих и транспортирующих теплоэнергию потребителям.

Проведенные исследования [1] осуществлены путем получения экспертных оценок от работников тепловых предприятий г. Кривого Рога, (КП «Криворожтеплосеть», «Криворожская теплоцентраль»). Анкетирование было проведено среди работников цехов и управлений теплогенерирующих предприятий.

Анкетированию 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].

Аварийное состояние трубопроводов приводит к нарушению технологии эксплуатации, а также под влиянием временного фактора к сбоям теплоснабжения потребителей. При устранении аварийных ситуаций, возникают непредвиденные обстоятельства приводящие к травмам или ухудшению состояния здоровья рабочих, так как аварийные работы могут осуществляться в различные временные периоды года т.е. в различных метеорологических условиях.

Анализ результатов этих оценок позволил установить степень травмоопасности следующих видов ремонтных работ (по степени убывания опасности травмирования):

замена труб и запорной арматуры в тепловых камерах; замена труб на теплотрассах; замена запорной арматуры на воздушных теплотрассах; ремонтные работы теплогенераторов.

В целом они составляют 71% от всех видов производимых ремонтных работ на теплосетях и теплогенераторах, профилактические ремонтные работы относятся к менее травмоопасным видам работ и составляют среднестатистическую оценку, которая в зависимости от вида производимых работ колеблется от 7,64 до 6,36.

### *Список литературы*

1. Гольшев А.М., Лосьев К.В. Определение степени травмоопасности основных видов ремонтных и эксплуатационных работ на предприятиях теплоснабжения, Вісник КТУ, збірник наукових праць- 2007. Вип № 19

Г.В. ГУБИН, д-р техн. наук, проф., Г.Г. ГУБИН, Т.П. ЯРОШ, канд. техн. наук, доценти  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

В.Г. ГУБИНА, канд. геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник  
Институт геохимии окружающей среды НАН Украины

### ИМПЕРАТИВЫ XXI ВЕКА В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Одной из крупнейших проблем горнорудной промышленности является вопрос, связанный со складированием вскрышных пород и отходов обогащения. Основная масса отчужденных земель в Кривом Роге при открытой разработке приходится на хвостохранилища, отвалы и карьеры. Общая площадь земельного отвода в Кривом Роге для пяти горно-обогатительных комбинатов (ГОКов) составляет более двадцати пяти тысяч гектаров, в том числе более семи тысяч гектаров занято шламоохранилищами. Хвостохранилища представляют собой сложные гидротехнические сооружения, наносящие значительный ущерб окружающей среде, поскольку в результате дренажа воды через ложе хвостохранилища происходит не только загрязнение подземных пресных вод, но и засоление и выведение из сельскохозяйственного оборота земель.

Устранить в значительной степени опасность техногенной нагрузки в процессе складирования отходов можно применив такие кардинальные меры как внутрирудничное отвалообразование [1, 2] и переход на безводную (сухую) технологию обогащения железорудного сырья.

Разработанные Институтом проблем природоиспользования и экологии НАН Украины технологии открытой разработки месторождений полезных ископаемых на принципах внутреннего отвалообразования, согласно которым вскрышные породы размещаются в выработанном пространстве карьеров, позволили в 3-5 раз сократить путь (расстояние) их транспортирования, на 70% уменьшить потребность в отводе земли под внешние отвалы, снизить на 20% энерго-материальные ресурсы, сократить до 40% объём загазованности и запыления [1].

Что касается подземной добычи руды, то предлагается перевести шахты на работу с твердеющей закладкой. Осуществить компенсационную закладку уже давно ликвидированных шахт практически невозможно. Но часть действующих шахт для недопущения возникновения аварий и обрушений необходимо перевести на технологию добычи с твердеющей закладкой, что позволит значительно уменьшить потери руды в целиках, повысить её качество и уменьшить приток шахтных вод. При этом отработку месторождения, по-видимому, следует начинать с самого нижнего горизонта, складывая в выработанное пространство отходы и добычи и переработки руды.

Авторами рассмотрен и изучен радикальный метод образования и складирования отходов горнорудного производства, который включает в себя в качестве главного звена сухое обогащение руд [3]. Технология предусматривала одностадийное сухое измельчение руды и сухую магнитную сепарацию. Измельчение и магнитная сепарация проводятся под разрежением, чтобы избежать запыления рабочих мест. Продукты обогащения транспортируются пневмотранспортом: концентрат – на дальнейшую переработку, а хвосты вместе со вскрышными породами – в выработанное пространство рудника. Впоследствии эта схема была усовершенствована за счёт использования новейшего измельчительного оборудования – вертикальных роликовых мельниц, которые являются одними из самых эффективных аппаратов среди применяемых для измельчения железистых кварцитов.

Таким образом, существуют научные и технические предпосылки для осуществления на украинских ГОКах энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий обогащения и сухого складирования отходов обогащения и пород вскрыши в выработанное пространство рудников.

#### Список литературы

1. Шапар А.Г. Проблемы розробки родовищ корисних копалин на великих глибинах / А.Г. Шапар // Комбіновані технології розробки родовищ глибокими кар'єрами і шахтами. – 2011. – С. 104-120.
2. Ресурсозберігаючі технології видобутку корисних копалин на кар'єрах України / [під заг. ред. А.Г. Шапара]. – К.: Наукова думка, 1998. – 92 с.
3. Губін Г.В. Альтернативна технологія видобутку та переробки залізної руди / Г.В. Губін // Комбіновані технології розробки родовищ глибокими кар'єрами і шахтами. – 2011. – С. 87-93



О.В. БАБАЄВСЬКА, асистент; Т.П. ЯРОШ, В.В. ПЛОТНИКОВ, канд. техн. наук, доценти  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ СПОЛУК ДЛЯ ПРОЦЕСУ ОГРУДКУВАННЯ АГЛОШИХТИ

Найпростішим та очевидним способом інтенсифікації процесу огрудкування аглошихти, що складається переважно з залізорудного концентрату, є використання добавок, здатних забезпечити отримання достатньо міцних гранул. З позиції збереження якості отриманого агломерату серед можливих зв'язуючих добавок до розгляду були прийняті високомолекулярні органічні сполуки, які повністю вигорають в ході спікання і не знижують вміст заліза в кінцевому продукті.

Велика кількість полімерних сполук має специфічну здатність утворювати комплекси, що мають властивості, відмінні від властивостей вихідних полімерів, наприклад, знижену в'язкість розчинів, їх покращені змочувальну і адгезійну властивості тощо. Найбільший інтерес серед вихідних комплексуютьчих представляють поліелектроліти – полімери, макромолекули яких містять іоногенні групи. Типові слабкі полікислоти, які містять карбоксильну групу, наприклад, поліакрилова кислота, мають гарну адгезію до вугілля. Слабкі поліоснови, що містять первинні, вторинні та третинні аміногрупи, наприклад, полівініламін, полівінілпірідини, мають високу адгезійну здатність по відношенню до магнетиту.

Утворення інтерполімерних комплексів (ІПК) відбувається у водних розчинах через зв'язування протиіонів. Комплекс, що формується безпосередньо після змішування розчинів поліелектролітів (полікислот і поліоснов), нерівноважний і нерегулярний. У результаті внутрішньоконфлексної перебудови первинний комплекс переходить у більш впорядкований стан. При цьому відбувається утворення нових зв'язків або виправлення дефектів конформації первинного комплексу [1]. Утворені комплекси можуть мати в ланцюгу одночасно ділянки як з впорядкованою структурою, коли протилежно заряджені йонні групи знаходяться у міцному взаємозв'язку й спостерігається гідрофобізація даної ділянки, так і з неупорядкованою структурою, коли йонні групи не зв'язані між собою. Відомо, що наявність аміногруп в макромолекулах полімерів покращує їх адгезію по відношенню до поверхонь, що мають високу вільну енергію, якими є частки залізорудного концентрату. Змочувальна здатність полімерів по відношенню до гідрофобної поверхні вугілля збільшується з підвищенням кількості карбоксильних груп в макромолекулах полімеру [2]. Саме одночасна наявність в макромолекулах ІПК незв'язаних різнорідних функціональних груп забезпечує їх високу адгезію як по відношенню до полярної поверхні рудних часток, так і по відношенню до неполярної поверхні часток твердого палива. Таким чином, при додаванні інтерполімерних зв'язуючих в шихту, на відміну від звичайного способу огрудкування, коли гідрофобні частки твердого палива утримуються в грудці рудного матеріалу виключно за рахунок механічної дії, зчеплення часток різної природи забезпечують додатково функціональні групи ІПК. У зв'язку з цим з'являється можливість розташування часток палива не в об'ємі гранули огрудкованого матеріалу, а на його поверхні, при цьому забезпечуючи високі міцнісні властивості отриманих грудок матеріалу.

Таким чином, специфічна властивість водорозчинних полімерних сполук утворювати комплекси, що містять одночасно різнорідні, як зв'язані, так і не зв'язані між собою функціональні групи, дозволяє утворювати зв'язуючі добавки з властивостями, відмінними від властивостей застосовуваних раніше вихідних полімерів. Використання таких зв'язуючих при огрудкуванні агломераційних шихт с високим вмістом залізорудних концентратів дозволить отримувати грудки, стійкі до руйнування при перезволоженні, при цьому зберегти структуру матеріалу, що спікається, створюючи передумови для збільшення висоти шару аглошихти.

### Список літератури

1. Бектуров Е.А., Бимендина Л.А. Интерполимерные комплексы. – Алма-Ата: Наука, 1977. – 264 с.
2. Менковский М.А., Равич Б.М., Окладников В.П. Связующие вещества в процессах окискования горных пород. – М.: Недра, 1977. – 183 с

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДОБАВОК  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ**

Производство железорудных окатышей, как правило, осуществляется с применением связующих добавок в шихту окомкования. Наиболее распространенной связующей добавкой является бентонитовая глина, обладающая лучшими технологическими характеристиками по сравнению с другими неорганическими связующими материалами [1]. Она обеспечивает повышение прочности сырых, сухих и обожженных окатышей, существенно увеличивает температуру «шока» сырых окатышей, однако является дефицитным продуктом, имеет высокую стоимость и снижает массовую долю железа в окатышах, что снижает эффективность ее применения в шихте окомкования.

Второе место по распространенности среди связующих добавок при производстве железорудных окатышей занимает известь, одновременно выполняющая роль основного флюса, что повышает металлургическую ценность окускованного продукта по сравнению с окатышами, полученными с использованием бентонита [2]. При высокотемпературной обработке известь-содержащих окатышей снижение температуры в зоне сушки, по сравнению с температурой обработки бентонитовых окатышей, компенсируется интенсификацией процесса ферритообразования в зоне подогрева и увеличением температуры на границе слой/постель в зоне обжига. Определяющими показателями эффективности применения негашеной извести в шихте окомкования, наряду со способом обжига известняка и свойствами самой извести, являются содержание активных компонентов извести в шихте, а также режим перемешивания и выдержки шихты.

Органические связующие добавки пока не находят широкого применения в шихте для производства окатышей, однако многочисленные исследования, проводимые в различных странах, указывают на возможные перспективы эффективного использования некоторых видов органических продуктов в качестве связующих при производстве окатышей. Связующие этой группы должны быть в порошкообразном состоянии, хорошо растворяться в воде и обладать клеящими свойствами [1]. Этим требованиям наиболее полно отвечает производная целлюлозы – карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), а также чаще используемая на практике натриевая соль КМЦ (Na-КМЦ). При расходе в шихту 0,2-0,4 % эта добавка обеспечивает прочность сырых и высушенных окатышей, равную соответственно 18-20 и 45-55 Н/окатыш, что в 2,1 и 1,4 раза соответственно больше, чем у окатышей, содержащих 0,6 % бентонита [3]. Еще одним полимером на основе целлюлозы, успешно испытанным в качестве связующего на ряде зарубежных фабрик окомкования, является вещество, получившее название «Перидур». Особенность термообработки окатышей с органическим связующим – повышенная высота слоя окатышей на решетке и более быстрое окисление магнетита из-за лучшей газопроницаемости слоя окатышей. Общим недостатком органических связующих является их высокая стоимость и трудность равномерного распределения незначительных количеств добавки во всем объеме шихты.

Комбинированные связующие вещества – перспективная группа добавок в шихту окомкования, активно разрабатываемая в последние годы. Особого внимания заслуживают связующие на основе интерполимеров и бентонита, а также извести и полимеров, способные обеспечить высокую эффективность применения при производстве окатышей.

*Список литературы*

1. Оценка влияния связующих и модифицирующих компонентов на прочностные характеристики железорудных окатышей / Т.А. Мариютина, Е.В. Ширяева, Л.О. Шихалиева, Т.В. Никитченко // Сталь. – 2015. – №7. – С. 2-6.
2. Савельев С.Г. Новое в теории и технологии применения извести при окусковании / С.Г. Савельев, В.М. Чижикова // Черная металлургия. – 1993. – Вып. 5. – С. 3-26.
3. Савельев С.Г. Связующие добавки в процессах окускования железорудного сырья. Обзорн. информ. / С.Г. Савельев, В.М. Чижикова. – Ин-т «Черметинформация». – М., 1986. – Вып. 1. – 30 с. (Сер. «Подготовка сырьевых материалов к металлургич. переделу и пр-во чугуна»).

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ СТРУКТУРОЮ МЕТАЛІЧНОГО СПЛАВУ ПРИ ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ ТИСКОМ**

Безперервне підвищення технологічних та експлуатаційних показників машин і механізмів пред'являє все збільшуючі вимоги до якості та властивостей металовиробів. Структура металу, що складає його внутрішню будову має істотний вплив на якість виробів. Внутрішня структура металу залежить від багатьох чинників, таких як хімічний склад матеріалу, умови виплавки, характер обробки металу тиском: прокатування, кування, штампування, виду термічної обробки. Від хімічного складу та будови металів залежать їх механічні властивості, тобто міцність, твердість і в'язкість. Внаслідок зміни хімічного складу і структури металів змінюються і їх механічні властивості. Чим дрібніші зерна внутрішньої будови металу, тим вищі його властивості, тому вивчення зміни структури металу під дією зовнішніх чинників є задача актуальна, яка дозволить управляти міцністю сталі під час прокатування за рахунок визначення раціональних режимів обробки. Внутрішня структура металу, яка складається з зерен та границь між ними, утворює внутрішню поверхню металу. Площа цієї поверхні – це площа міжзеренних границь в одиницях об'єму чи маси металу [1, 2]. Параметри внутрішньої поверхні досить суттєво, часто і вирішальне впливають на механічні властивості металовиробів. Характеризують названу поверхню її величиною, залежною від кількості і розміру (діаметра) зерен, густиною дислокацій, пористістю та густиною металу, розорієнтованістю (величиною кутів між поверхнями зерен) та іншими параметрами, а саме товщиною, об'ємом і часткою об'єму від загального об'єму металу.

В умовах обробки тиском потрібно визначити величину ступеню деформації, що забезпечує заданий розмір зерна. В результаті дослідження було визначено площу поверхні зерен, об'єм міжзернової поверхні, частку міжзернового аморфізованого об'єму, що дозволило виявити залежність геометричних параметрів внутрішньої структури сталі від розміру зерен. Визначено, що при будь-якій товщині границі між зернами зі збільшенням розміру зерна зменшується частка міжзернового аморфізованого шару, тому графік залежності функції представляє со-

бою зворотну пропорційність, яка описується гіперболою за функцією  $y = \frac{k}{x}$ , де  $k$  – константа, яка залежить від товщини границь між зернами. З невеликою похибкою можна прийняти, що для товщини границь між зернами  $0,8 \cdot 10^{-3}$  м  $k = 249$ ; для  $0,6$   $k = 180$ ; для  $0,3$   $k = 90$ , що свідчить, що при збільшенні товщини міжзернової границі константа  $k$  збільшується. При підстав-

ленні в запропоновану формулу натуральних змінних отримаємо залежність:  $\delta = \frac{k}{d}$ , де  $\delta$  – частка міжзернового аморфізованого шару.

Отже, тіло міжзернових границь можна уявити як суміш ближнього і дальнього порядків і ця суміш буде ближчою до рідин, коли превалірує ближній порядок і наблизиться до кристалічних тіл, коли за об'ємом в об'ємі границі буде більше далекого порядку. Для підтвердження цього положення наводяться такі дані: в молібдені серед малокутових розорієнтирів може бути відповідно перших – 65 % і 16 %; серед великокутових розорієнтирів – відповідно перших 33% і 22%. Таким чином, як видно з вищевикладеного, управляти міцністю сталі можна шляхом регулювання розміру зерен і їхньої поверхні зрощення.

Доповідь присвячено обґрунтуванню можливості керування структурою металічного сплаву за рахунок регулювання режимів обтиснення при прокатуванні.

*Список літератури:*

1. **Бережний М.М.** Теорія будови рідкого, аморфного і кристалічного стану (об'єм поверхні та поверхня в об'ємі). – Монографія. // М.М.Бережний, З.З.Пастушенко, В.П.Соколова, В.А.Чубенко. – Кривий Ріг: «Мінерал», 2007. – 291 с.
2. **Переверзев В.Н.** Структурные превращения на границах зерен и механизмы пластической деформации на различных стадиях сверхпластичного течения// Поверхность. Физика, химия, механика. / Переверзев В.Н., Рыбин В.В., Орлов А.Н. – 1982. № 6. – С.134-142.

В.А. ЧУБЕНКО, канд. техн. наук, доц., А.А. ХІНОЦЬКА, ст. викладач  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІЩЕННЯ ПРОЦЕСІВ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ-ПРОКАТУВАННЯ В УМОВАХ СУСПЕНЗІЙНОЇ РОЗЛИВКИ СТАЛІ

Об'єднання машин безперервного лиття заготовок і прокатних станів у єдиний комплекс – це основна проблема в напрямку підвищення ефективності металургійного виробництва. При вирішенні цього питання відкривається можливість зменшити витрати металу внаслідок зменшення обрізи головної та донної частини зливка, скоротити парк виливниць та виробничі площі на їх обслуговування, прибрати з підприємства крупногабаритні блюмінги та слябінги, зменшити цикл металургійного виробництва, покращити якість виробів за рахунок отримання більш однорідної структури сталі, зменшити витрати енергії на нагрівання металу при виготовленні прокатних виробів, розширити можливості автоматизації та механізації виробництва, що забезпечить покращення умов праці металургів. При суміщенні процесів лиття-прокатування відбувається «м'яке обтиснення» металічного сплаву, сутність якого зосереджується на тому, що до прокатного стану надходить метал, де збережена в'язка серцевина. Такий процес забезпечує зменшення кристалічних дефектів: пористості, ліквациї, підвищення густини металу [1].

Але реалізація сумішеного використання машини безперервного лиття заготовок і прокатного стану для виготовлення прокату стримується через низьку швидкість виходу литої заготовки, що суттєво зменшує продуктивність прокатування цієї заготовки на стані.

Забезпечити високу ефективність суміщення процесів безперервного лиття заготовок та їх прокатування дозволить збільшення швидкості виходу металу з машини безперервної розливки сталі. Це можна досягти за рахунок збільшення швидкості кристалізації рідкої сталі в кристалізаторі машини, що забезпечується введенням додаткових центрів кристалізації, при додаванні яких, в розплаві утворюється суспензія. Найбільш важлива відмінність суспензійної розливки від інших способів лиття є реалізація внутрішнього тепловідводу за допомогою локальних теплостоків – інокуляторів або інтенсифікація теплопереносу в рідкій фазі накладенням зовнішньої дії. Важлива індивідуальна перевага даної технології – наближення процесів модифікування або легування до процесу кристалізації розплаву [2].

З метою утилізації відходів механообробних підприємств, в якості додаткових центрів кристалізації прийнято рішення використовувати здрібнену сталеву стружку [3], що додається в розплав рідкого металу, в результаті чого збільшиться швидкість охолодження і рідина почне швидко кристалізуватися, що забезпечить збільшення швидкості виходу металічного сплаву з кристалізатора машини безперервного лиття заготовок. Дослідженнями [3] виявлено, що при додаванні в рідкий метал сталеві стружки, діаметром близько 1 мм, швидкість кристалізації рідкої сталі збільшиться приблизно на 20 %, що забезпечить збільшення швидкості виходу сталеної заготовки з машини безперервного лиття, відбудеться підвищення продуктивності процесу та покращення якості продукції.

Доповідь присвячено обґрунтуванню можливостей і виявленню принципів введення додаткових центрів кристалізації, перспектив збільшення швидкості виходу заготовки з машини безперервного лиття в умовах об'єднання процесів лиття-прокатування при застосуванні суспензійної розливки сталі для виготовлення металовиробів, визначенню швидкісних умов прокатування та режимів обтиснення за проходами.

### Список літератури

1. Минаев А. А. Совмещенные металлургические процессы [Текст]: монография / А. А. Минаев. – Донецк: Технопарк Дон ГТУ УНИТЕХ, 2008. – 522 с.
2. Затуловский, С. С. Суспензионная разливка [Текст] / С. С. Затуловский. – К: Наукова думка, 1981. – 260 с.
3. Дослідження ефективності суспензійної розливки рідкої сталі у ливарно-прокатні кліті для виготовлення тонких смуг/ В.А.Чубенко, А.А.Хіноцька, В. Чубенко //Гірничий вісник. – 2016, Випуск 101. – С. 183 – 186.

В.В. ПЛОТНИКОВ, Т.П. ЯРОШ, кандидати технічних наук, доценти, О.В. БАБАЄВСЬКА, асистент ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ВИКОРИСТАННЯ ІМПУЛЬСІВ РІЗНОЇ ФОРМИ І ЧАСТОТИ ПРИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ МАГНІТНОГО ЗБАГАЧЕННЯ

В останній час, зважаючи на зростаючу конкуренцію на світовому ринку залізорудної сировини, підвищення якості випускаємої продукції є важливим завданням для вітчизняних гірничо-збагачувальних комбінатів. Окрім того, підвищення якості концентратів дасть можливість суттєво зменшити не тільки витрати залізорудної сировини в аглодоменному виробництві, але й знизити енерговитрати на їх переробку.

Існує значна кількість пропозицій щодо покращення якості концентратів. Більшість з них є складно здійсненими через необхідність переобладнання діючих фабрик і, як наслідок, потребують значних капітальних вкладень. Одним з найпростіших є метод інтенсифікації магнітної сепарації електроімпульсною обробкою, оскільки зниження показників магнітного збагачення пов'язане не лише з наявністю тонкої вкрапленості, але й із засміченням продуктів розділення дрібними частками (0,002-0,003 мм), так званими шламами, що покривають до 30% поверхні рудного мінералу. У зв'язку з цим електроімпульсна обробка є ефективним методом інтенсифікації магнітного розділення. В результаті електродій інтенсифікуються процеси не лише на межі розділу фаз, але й всередині окремих компонентів.

Тим не менше, вплив електричних імпульсів на показники збагачення неоднозначний: ефективність процесу залежить від частоти імпульсу, скважності, напруги, тривалості дії і, як показали дослідження, форми імпульсів [1, 2]. Дослідження проводились з імпульсними розрядами синусоїдальної, трикутної, прямокутної та довільної форми. В процесі досліджень було встановлено, що за рівних умов обробки (однакових частоті, скважності і тривалості дії), оптимальний результат показав імпульс прямокутної форми. Це пов'язане з тим, що кількість енергії, яка передається мінеральним зернам в одиницю часу при використанні такого імпульсу, значно більша, ніж при будь-якому іншому.

Проте використання прямокутного імпульсу супроводжується надмірними енерговитратами і складністю експлуатації електроімпульсного перетворювача. У зв'язку з цим імпульс даної форми доцільно використовувати в тих випадках, коли інші форми імпульсу не дають очікуваного результату, наприклад, для обробки крупнодисперсних часток пульпи (злив класифікатора), що мають більшу інерційність. За таких умов найефективніше протікають кавітаційні процеси, а сильні турбулентні потоки, що виникають, змивають з зерен магнетиту шламіваті частки. Для дрібніших часток (злив дешламатора) через їх малу інерційність достатньо використовувати імпульси трикутної або синусоїдальної форми малої частоти.

Таким чином, комбіноване використання імпульсів різної форми і частоти дає можливість інтенсифікувати процес магнітного розділення і підвищити масову частку заліза в концентраті на 1,2%, вилучення заліза в концентрат на 0,6-1,0% при одночасному збільшенні виходу на 0,5-1,5%. З метою отримання максимального ефекту інтенсифікації для крупних часток (злив класифікатора) доцільно застосовувати імпульси прямокутної форми при частоті 10 Гц. Для дрібніших часток (злив дешламатора) оптимальна частота складає 1 Гц.

Отже, даний метод інтенсифікації магнітного збагачення є одним з найприйнятніших в умовах сучасного виробництва, оскільки не потребує значних капітальних вкладень, використання складного й громіздкого обладнання, збільшення енергоспоживання, є простим у здійсненні і, як наслідок, не відображається на собівартості залізорудного концентрату.

### Список літератури

1. Губин Г.В., Ткач В.В., Олейник Т.А., Плотников В.В. Интенсификация процесса магнитного обогащения методом электроимпульсной обработки//Качество минерального сырья: Сб. науч. тр. - Кривой Рог 2002. - С.84-89.
2. Губин Г.В., Ткач В.В., Олейник Т.А., Плотников В.В. Влияние электрообработки пульпы на показатели обогащения магнетитовых кварцитов//Разраб. руд. месторожд. - Кривой Рог: КТУ. - Вып. 83. - 2003. - С. 102-105.

Д.Ю. БАБОШКО, ассистент, Л.Н. САЙТГАРЕЕВ, канд. техн. наук, доцент  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## УМЕНЬШЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В ОКАТЫШАХ ИЗ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА КРАПИВЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

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 железосодержащих, но и других, необходимых и важных продуктов, например, титаносодержащих. К числу наиболее перспективных – относятся фосфор-титан-железосодержащие руды Крапивенского месторождения. Среднее содержание  $TiO_2$  в его рудах составляет 6,59,  $P_2O_5$  – 2,49 и  $Fe_{общ.}$  – 21,2 мас. %.

В качестве объекта исследования были использованы окатыши из титаномagnetитового концентрата (полученного после обогащения руды Крапивенского месторождения) следующего состава, масс. %: 44,0 FeO; 23,4  $Fe_2O_3$ ; 22,03  $TiO_2$ ; 1,5  $SiO_2$ ; 1,2  $Al_2O_3$ ; 0,26 CaO; 3,42 MgO; 0,42 MnO; 0,516  $V_2O_5$ ; 1,0 S. Минералами – носителями серы являются, преимущественно, сульфиды железа (2,4 %) – пирротин и пирит [1, 2]. Возможность использования данных концентратов зависит не только от выбора оптимальных условий твердофазного восстановления, но и эффективного удаления серы из окатышей и плавке (которая будет определять качество металла) и при очистке отходов (дымовых газов). Если организация очистки газов не составляет технических проблем то особенности десульфурации данных концентратов, на основе которых разработана технологическая схема твердофазного восстановления [3] требует некоторых изучений.

Для получения качественных окатышей с постоянными и минимальными значениями влажности и содержанием мелочи процесс сушки необходимо осуществлять в отдельном сушильном агрегате. Таким сушильным агрегатом может послужить прямолинейная сушилка конвейерного типа, работающая в замкнутом тепловом контуре с использованием тепла от восстановительной печи. Данная сушилка имеет три технологических зоны сушки от 250 до 600 °С. Следует отметить, что использованный температурный диапазон будет способствовать удалению серы из концентрата. При нагреве окатышей будет происходить окисление сульфидов железа с образованием сульфатов железа, оксидов железа и серы, а также диссоциации пирита.

Осуществляемая технологическая операция позволит не только высушить окатыши, а также их подогреть перед поступлением в кольцевую печь с вращающимся подом. Но и самое главное, это возможность существенно снижения содержания серы перед восстановлением окатышей, что повлечет за собой получение качественного металлического продукта.

Двухзонная обработка предварительно высушенных, подогретых окатышей в кольцевой печи при температуре 800 -1300 °С (выдержка 20 мин) и 1470-1500 °С и выдержки при ней 5 мин, позволяет получить после магнитной сепарации металлическую фракцию с содержанием Fe 96,595 %, Ti 0,2 % и S 0,14 %, а также шлаковую фракцию  $TiO_2$  53,8 % и 8,4 % FeO. Металлический фракция является чугуном – содержания углерода 3,4-3,7%.

### Список литературы

1. Зима С.Н. Особенности титаномagnetита Крапивенского месторождения на Вольне / С.Н. Зима, Д.Ю. Бабошко // Горный журнал Казахстана. – 2015. – № 10. – С. 8-11.
2. Зима С.Н. Минералого-петрографические особенности апатит-ильменит-титаномagnetитовой руды Крапивенского месторождения / Зима С.Н. // Новое в технологии, технике переработки минерального сырья – Сборник научных трудов Механообрчермет, Кривой Рог. – 2007. – С. 40-52.
3. Бабошко Д.Ю. Технологічна схема переробки титаномagnetитового концентрату на титановмісний та залізовмісний продукт / Д.Ю. Бабошко // Литво. Металургія. 2017: Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (23-25 травня 2017 р.), тези доп. – м. Запоріжжя -2017.-С. 230.

В.П. ЛЯЛЮК, д-р. техн. наук, профессор  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»  
Е.О. ШМЕЛЬЦЕР, Д.А. КАССИМ, И.А. ЛЯХОВА кандидаты техн. наук, доценты  
Криворожский металлургический институт

## **ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШИХТ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРНЫХ УГЛЕЙ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОКСА ДЛЯ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ**

В условиях формирования многобассейновой сырьевой базы коксования, что предопределяет различия технологических свойств и вещественного состава импортного и отечественного угля, необходимым является уточнение и совершенствование основных технологических приемов подготовки при их использовании в угольных шихтах.

Изучая возможности совершенствования технологии подготовки угольных шихт в условиях современной сырьевой базы Украины, столкнулись с проблемой выбора оптимальной степени дробления угольной шихты с очень высоким содержанием жирных углей [1, 2].

Так, в шихте для коксования коксохимического производства (КХП) ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» (АМКР), согласно данных петрографического анализа, содержание угля марки Ж изменялось в диапазоне от 56 до 89 %.

Очевидно, при избытке жирных углей в шихте для получения кокса с удовлетворительными прочностными свойствами необходимо прибегать к вынужденному “самоотощению” шихты путём её переизмельчения.

Механизм улучшения механической прочности кокса при более тонком измельчении “ожиренной” угольной шихты заключается в том, что увеличение удельной поверхности угольных частиц приводит к уменьшению величины текучести пластической массы и, соответственно, к росту ее вязкости.

Вследствие этого увеличивается время пребывания парогазовых продуктов в пластической зоне, что обуславливает образование большего количества высокомолекулярных газов, которые создают более высокое давление распираания. Тем самым обеспечивается более полное использование продуктов, образовавшихся при деструкции, в качестве пластификаторов, образование внутри зерна дополнительных жидкостных продуктов из газообразных и улучшение условий их контактирования.

Результаты исследований свидетельствуют, что при увеличении помола (содержания класса 0-3 мм) до 90 % угольной шихты, содержащей более 70 % жирного угля прочность доменного кокса увеличилась значительно: показатель дробимости ( $M_{25}$ ) вырос на 1,8 %, а истираемости ( $M_{10}$ ) снизился на 0,8 %, что обусловлено значительным повышением давления распираания (с 4,2 до 7,4 кПа).

Улучшение прочностных показателей качества кокса оказывает существенное влияние на ход доменной плавки, расход кокса и производительность доменной печи. Так, установлено, что в условиях доменных цехов ПАО “АрселорМиттал Кривой Рог”, при снижении показателя  $M_{10}$  на 1 % обеспечивается снижение среднего удельного расхода кокса на 5,5 %, а с ростом показателя  $M_{25}$  на 1 % средний удельный расход кокса снижался в среднем на 2,1 %.

Проведенные лабораторные исследования по определению влияния степени измельчения угольных шихт с высоким содержанием жирных углей на свойства пластической массы и механическую прочность кокса позволили вскрыть механизм повышения прочности кокса, а также подтвердить ранее сделанные авторами выводы о положительном влиянии “самоотощения” жирных углей при их избыточном содержании в шихте на прочностные свойства доменного кокса, полученные на основании анализа промышленных данных.

### *Список литературы*

1. Лялюк В. П. Влияние высокого содержания жирных углей в шихте для коксования на качество кокса / В. П. Лялюк, В. П. Соколова, И. А. Ляхова, Д. А. Кассим, Е. О. Шмельцер // Кокс и химия. – 2013. – №3. – С.18-23.
2. Патент № 86120 України, МПК С10В 57/00. Спосіб підготовки вугільної шихти для коксування / Лялюк В.П., Кассім Д. О., Ляхова І. А., Журавльов Ф. М., Шмельцер К. О., Свист Н. Ю. // Заявка у 2013 08887 від 15.07.2013; опубл. 10.12.2013, Бюл. №23.

В.П. ЛЯЛЮК, д-р. техн. наук, профессор

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

Е.О. ШМЕЛЬЦЕР, Д.А. КАССИМ, И.А. ЛЯХОВА кандидаты техн. наук, доценты

Криворожский металлургический институт

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ НА СВОЙСТВА И СТАБИЛЬНОСТЬ КАЧЕСТВА КОКСА ДЛЯ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

Внедрение в производство новых технологических процессов, таких как вдувание пылеугольного топлива (ПУТ) в количестве до 250 кг/т чугуна и технология использования кускового антрацита в количестве до 90 кг/т чугуна с коэффициентом замены кокса 0,8-1,0 кг/кг [1] требует, прежде всего, опережающего повышения качества кокса.

Анализ качества кокса коксохимического производства (КХП) ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» (АМКР), поступающего в доменные цеха этого предприятия показал, что использование в угольных шихтах углей различных бассейнов, существенно отличающихся друг от друга по технологическим свойствам, неритмичность поставки угольного сырья и колебания его физико-химических параметров снижают качество, стабильность показателей кокса и влияют на его гранулометрический состав.

Так, установлено, что в последнее время произошло перераспределение содержания классов крупности в валовом коксе с увеличением выхода классов >80 мм, <25 мм и 80-60 мм, а также ухудшение качества кокса по показателям прочности  $M_{25}$  и истираемости  $M_{10}$ .

На основании изучения динамики изменения гранулометрического состава кокса в зависимости от качественных показателей угольной шихты сделан вывод, что при постоянном технологическом режиме коксования одним из факторов влияния на крупность кокса является зольность угольной шихты, а также ее насыпная плотность, которая в свою очередь зависит от влажности и степени измельчения (содержания класса 3-0 мм). Повышение равномерности и однородности гранулометрического состава кокса может быть достигнуто при оптимальном уровне измельчения угольной шихты [2].

Также установлено [3], что колеблемость показателей качества шихты, в частности, влажности и зольности находится в достаточно тесной связи с колебаниями показателей качества кокса  $M_{10}$  и  $M_{25}$ . Так, увеличение колеблемости (среднеквадратичного отклонения) влажности и зольности шихты на 1 % вызывает увеличение колеблемости показателя истираемости кокса на 0,1 %. За исследуемый период в условиях КХП ПАТ «АрселорМиттал Кривой Рог» колеблемость влажности и зольности угольной шихты доходила до 2 %, при этом  $\sigma_{M_{10}}$  – до 0,23 %, что в соответствии с данными исследований [4], обуславливает повышение расхода кокса на 3,7 % и снижение производительности доменной печи на 2,8 %.

Необходимо отметить, что колеблемость содержания класса 3-0 мм в угольной шихте от 0,15 до 0,85 % обусловила колеблемость показателей качества кокса  $M_{10}$  от 0,14 до 0,23 % и  $M_{25}$  от 0,2 до 0,45 % [3].

Для доменной плавки, расходуемой в течение суток десятки тысяч тонн железорудного сырья и топлива, стабильность их свойств приобретает особое значение. Имеющиеся существенные колебания качества углей требуют обязательного применения мероприятий по усреднению отдельных марок углей при их складировании и подаче в производство для получения металлургического кокса, а также организованного смешения угольной шихты перед загрузкой ее в коксовые камеры.

### Список литературы

1. Лялюк В. П. проблемы реализации вдувания пылеугольного топлива и альтернативных технологий доменной плавки / В. П. Лялюк, И. Г. Товаровский, А. К. Тараканов // Черная металлургия: Бюллетень института «Черметинформация». – 2011. – №11. – С. 20-26.
2. Лялюк В. П. Влияние свойств сырья и технологии коксования на гранулометрический состав кокса / В. П. Лялюк, Е. О. Шмельцер, И. А. Ляхова, Д. А. Кассим // Кокс и химия. – 2014. – №10. – С. 29-35.
3. Лялюк В. П. Стабильность качества кокса для доменной плавки / В. П. Лялюк, В. П. Соколова, И. А. Ляхова и др. // Кокс и химия. – 2012. – № 8. – с. 19-24.
4. Улахович В. А. Оценка влияния качества кокса на показатели доменной плавки / В. А. Улахович, В. И. Солодков, К. А. Штец и др. // Металлург. – 1982. – № 7. – с. 16-18.



В.П. ЛЯЛЮК, д-р техн. наук, професор  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»  
Д.О. КАССИМ, І.А. ЛЯХОВА, кандидати техн. наук, доценти  
Є.В. ЧУПРИНОВ, канд. техн. наук, ст. викладач  
Криворізький металургійний інститут

## РОЗРОБКА ЄДИНОГО ВИДУ ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ З КРАЩИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ АГЛОМЕРАТУ ТА ОКАТИШІВ

В даний час основні напрямки розвитку технології виплавки чавуну в доменних печах (збільшення об'єму доменних печей, підвищення температури гарячого дуття, збагачення дуття киснем, підвищення тиску газу на колошнику, вдування в піч природного і коксового газів, мазу та пиловугільного палива, оптимізація розподілу шихтових матеріалів на колошнику із застосуванням нових завантажувальних пристроїв, вдосконалення розподілу газового потоку в горні доменної печі, автоматизація доменної плавки) практично освоєні. Тому найважливішим напрямком удосконалення технології доменної плавки є забезпечення доменних печей високоякісними шихтовими матеріалами (коксом і залізовмісною сировиною).

Авторами даної роботи розроблена технологія отримання однорідного огрудкованого офлюсованого залізорудного матеріалу (офлюсованих локальних спеків), що мають практично всі позитивні металургійні характеристики агломерату та окатишів, та не вимагають значних капітальних вкладень при реконструкції цехів з виробництва окатишів [1].

Технологія передбачає виготовлення двох видів сирих окатишів: з високою (понад 1350 °С) і низькою (менше 1150 °С) температурами плавлення. Шихта для отримання високотемпературних сирих окатишів може бути будь-якого ступеню офлюсування в залежності від вмісту кремнезему в концентраті, а також включати: тверде паливо розміром 0-12 мм в кількості до 15,1 %; при необхідності високотемпературні мінерали в невеликих (0-3 %) кількостях; залізорудний концентрат з високотемпературною нерудною частиною і низьким (1-5 %) або відносно високим (5-10 %) вмістом кремнезему, при відповідному вмісті заліза або металізовані окатиші, або руду розміром 8-20 мм з доцільною мірою металізації (5-95 %).

Шихта для отримання низькотемпературних сирих окатишів складається із залізорудного концентрату будь-якого складу і повинна бути високоофлюсованою (3,5-8,7 ч. од.), щоб забезпечити необхідну середню основність всього матеріалу. Крім того, до складу цієї шихти можна вводити, при необхідності, легкоплавкі мінерали і тонкоподрібнене тверде паливо для прискорення розплавлення цих окатишів.

З кожної шихти в окремих огрудкувачах виготовляються сирі окатиші, причому розмір високотемпературних повинен бути 10-20 мм, а низькотемпературних – 8-14 мм. Обидва види окатишів змішуються на конвеєрах при перевантаженні в процесі транспортування від огрудкувача до обпалювального агрегату у співвідношеннях 71-79 % до 29-21 %.

Термообробка та утворення однорідного офлюсованого окускованого матеріалу відбувається за промисловим режимом термообробки, що включає сушку, нагрів, обпалення і охолодження продуктами повного спалювання будь-яких видів палива. Для збереження в готовому окускованому матеріалі максимально можливої кількості залишкового вуглецю і заліза (в разі використання металізованих окатишів або руди) нагрів та охолодження здійснюються з підвищеними швидкостями, або використовують забаластований теплоносій.

Металургійні характеристики комплексного продукту відповідають сучасним вимогам доменної плавки: вміст  $Fe_{заг}$  – 64,6-77,2 %,  $FeO$  – 7,1-8,4 %, залишкового вуглецю 2,1-3,4 %; основність – 1,25-1,5; міцність в барабані (+5 мм) – 96,0-96,5 %, стиранність (0-0,5 мм) – 2,7-3,2 %; міцність при відновленні (+5 мм) – 90,7-93,1 %, стиранність при відновленні (0-0,5 мм) – 5,1-6,2 %; перепад тиску шару при відновленні – 60-72 Па, усадка шару – 13-19 %; кінцева ступінь відновлення – 85,3-87,1 %; кут природного укусу – 36-42 град.

### Список літератури

1. **Ф.М. Журавлев.** Комплексный окускованный железосодержащий материал с улучшенными металлургическими характеристиками для современной доменной плавки / **Ф. М. Журавлев, В. П. Лялюк, Н. И. Ступник** и др. // *Сталь.* – 2016. – №12. – с. 11-17.

В.П. ЛЯЛЮК, д-р техн. наук, профессор  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»  
Д.О. КАССИМ, канд. техн. наук  
Криворожский металлургический институт

## ПРОБЛЕМЫ УВЛАЖНЕНИЯ ДУТЬЯ В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ

Применение увлажненного дутья в доменной плавке имеет в основном две цели: во-первых, целенаправленное изменение содержания влаги в дутье для оперативного управления тепловым состоянием доменной печи; во-вторых, понижение чрезмерной температуры в фурменных очагах при оптимизации дутьевого режима плавки, обычно в условиях отсутствия вдувания топливных добавок.

На многих доменных печах применение увлажнения дутья осложнено конденсацией подаваемого пара в воздухопроводе холодного дутья, что связано, прежде всего, с достаточно низкой температурой холодного дутья, которая зачастую снижается до отметки ниже 100 °С летом и до 40-60 °С зимой. Пониженная температура холодного дутья может быть обусловлена значительным расстоянием между доменными печами и воздуходувными машинами на ТЭЦ.

Процессу конденсации способствует также сравнительно невысокий перегрев используемого пара, который в ряде случаев поступает на печи с температурой ниже 200 °С. Количество конденсата, выделяющегося из увлажненного дутья, не является постоянным, а изменяется в зависимости от погодных условий, а также от того, какой из воздухонагревателей работает в режиме “на дутье”, и какая из воздуходувных машин обслуживает данную печь. Вся влага, которая конденсируется на участке в период работы воздухонагревателя “на нагреве” скапливается в патрубке над шибером холодного дутья. Исходя из этого, на каждой печи воздухопровод холодного дутья состоит из четырех участков, в конце которых расположен сборник конденсата – патрубков воздухопровода, закрытый снизу шибером холодного дутья.

При постановке воздухонагревателей в режим “на дутье” скопившаяся на шиберах холодного дутья влага выбрасывается в поднасадочное пространство воздухонагревателей, оказывая неблагоприятное воздействие, прежде всего на тепловой режим доменной плавки, а также на стойкость расположенных здесь металлоконструкций и огнеупоров.

Для исключения попадания воды в поднасадочное пространство воздухонагревателя и исключения колебаний влажности горячего дутья в режиме работы воздухонагревателей “на дутье” можно рекомендовать способ, внедренный на печи №7 объемом 2000 м<sup>3</sup> ПАО “Арселор Миттал Кривой Рог”, где подвод подаваемого на увлажнение пара осуществляют непосредственно в поднасадочное пространство каждого воздухонагревателя работающего в режиме на “дутье” с температурой в поднасадочном пространстве не ниже “точки росы” [1].

Непостоянство содержания влаги в дутье, подаваемого на доменную печь, а также наличие большой неравномерности распределения расхода дутья по фурмам, приводит и к высокой неравномерности распределения влаги в дутье на каждую фурму, что усугубляет и без того высокую неравномерность теоретических температур и полных механических энергий (дутья и горнового газа) по окружности и радиусу горна доменной печи [2].

Все это значительно влияет на изменение размеров зон горения перед каждой фурмой и глубину проникновения газового потока к центру горна, на изменение поля температур по радиусу и окружности горна, на форму и расположение зоны размягчения, на химический состав и физическое состояние материалов, на неравномерность схода шихты, на разгар профиля печи и т.д., что существенно сказывается на ровности хода доменной печи, ее производительности и удельном расходе кокса. Поэтому может быть рациональным второй способ подачи пара в доменную печь, который заключается в том, что пар индивидуально подводится, контролируется и регулируется на каждую фурму доменной печи [3].

### Список литературы

1. Патент №54683 України, МПК С21В 5/00. Спосіб доменної плавки / Є Г. Донсков, В. О. Шеремет, В. П. Лялюк та інші // Заявка у 201003954 від 06.04.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. №22.
2. Лялюк В.П. Методика расчета полной энергии горнового газа при вдувании пылеугольного топлива / В. П. Лялюк, А. К. Тараканов, Д. А. Кассим // Сталь. – 2017. – №3. – с. 2-8.
3. Патент №113499 України. Спосіб ведення доменної плавки / В. П. Лялюк, Г. П. Костенко, А. К. Тараканов, Д. О. Кассим // Заявка у 201608738 від 11.08.2017; опубл. 25.01.2017, Бюл. №2.

УДК 669.162.

В.П. ЛЯЛЮК, д-р. техн. наук, профессор  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»  
Д.А. КАССИМ, канд. техн. наук, доцент  
Криворожский металлургический институт

## **СОГЛАСОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА КОЛОШНИКЕ И ГАЗОВОГО ПОТОКА В ГОРНЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ**

Профессор А.Д. Готлиб предложил обоснование идеального хода доменной плавки, которое заключается в том, что идеальным ходом с точки зрения наилучшего использования тепловой и восстановительной энергии газового потока было бы такое его распределение по сечению доменной печи, при котором процессы нагрева шихты и восстановления оксидов железа протекали бы так, чтобы в любом поперечном сечении печи каждой единице обрабатываемого материала соответствовало определенное количество газа. В этом случае по всему сечению доменной печи оксиды железа и все сырые материалы должны быть в равной мере нагреты и восстановлены, а температура и состав газа должны быть одинаковыми.

Однако практика доменной плавки требует, чтобы распределение газового потока по сечению доменной печи, с одной стороны, обеспечивало высокую производительность агрегата, а с другой – ровный ход печи, т.е. к газовому потоку предъявляются противоречивые требования.

Для высокой производительности печи и успешной восстановительной и тепловой работы требуется увеличить количество газов в местах скопления железорудных материалов, т.е. в местах максимальной рудной нагрузки, а для ровного хода доменной печи, наоборот – требуется такое неравномерное распределение газового потока в шихте по радиусу доменной печи, при котором газы двигались бы в большем количестве возле стен и, особенно, для печей большого объема, по оси печи, т.е. как раз там, где рудная нагрузка минимальная.

Эффективность и ровный ход доменной плавки в значительной мере определяются формированием рациональной структуры столба шихтовых материалов и распределением потока горнового газа в горне доменной печи. Элементы структуры столба шихты формируются в процессе загрузки шихтовых материалов на колошнике доменной печи, а распределение газа в горне печи зависит от параметров газо-дутьевого потока, поступающего в горн печи через фурмы. В современных условиях плавки для обеспечения ровного хода печи “раскрывают” центральную часть столба шихты, то есть формируют осевую “отдушину”. Формирование осевой отдушины рациональной величины обеспечивает достаточный прогрев центра горна и равенство схода шихты в различных условиях доменной плавки. Правильно организованное распределение шихтовых материалов “сверху” и газового потока “снизу” в значительной степени обеспечивают повышение степени использования тепловой и химической энергии газового потока и, как следствие, уменьшение расхода кокса и рост производительности доменной печи.

Разработан способ ведения доменной плавки, включающий отдельную загрузку порций кокса и железосодержащих материалов в бункеры загрузочного бесконусного устройства, разделение массы каждой порции на заданное количество частей, выгрузку каждой порции из бункера на поверхность засыпи с распределением частей порции распределителем по кольцевым зонам колошника, а также периодическую загрузку кокса в осевую зону для формирования осевой “отдушины”. Для организации оптимального и согласованного распределения шихтовых материалов “сверху” и газового потока “снизу” в способе предлагается по результатам предыдущего опыта эксплуатации конкретной доменной печи для данных шихтовых и дутьевых условий плавки определять оптимальные значения полной энергии потока горнового газа и радиуса осевой “отдушины”, при этом при увеличении полной энергии горнового газа выше предварительно определенной – радиус осевой “отдушины” уменьшают, а при уменьшении полной энергии горнового газа ниже предварительно определенной – радиус осевой “отдушины” увеличивают. Исследования на доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup> подтвердили высокую эффективность такого подхода.

В.П. ЛЯЛЮК, д-р техн. наук, профессор  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»  
Д.О. КАССИМ, канд. техн. наук  
Криворожский металлургический институт

## ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ С ВДУВАНИЕМ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ ОБЪЕМОМ 5000 м<sup>3</sup>

На международной научно-производственной конференции доменщиков “Опыт внедрения и пути решения проблем освоения технологии вдувания пылеугольного топлива (ПУТ) в доменном производстве” в докладе предприятия прозвучало, что до внедрения технологии с вдуванием ПУТ печь №9 объемом 5000 м<sup>3</sup> ПАО “АрселорМиттал Кривой Рог” постоянно работала с открытым центром, что без проблем обеспечивалось регулированием газового потока как “сверху”, так и “снизу”, а с началом вдувания ПУТ (декабрь 2015 г.) поток газа стал периферийным и неравномерным по окружности печи, что вызвало комплекс проблем с системой охлаждения, стойкостью “гарнисажа” и др. [1].

Причиной периферийного газового потока на этой печи являются низкие энергетические параметры дутья и горнового газа, от которых зависят размеры зон горения и глубина проникновения газового потока к центру горна. С целью определения траектории потока газа при вдувании в доменную печь ПУТ в работе [2] были определены энергетические показатели потока дутья, истекающего из фурмы печи при вдувании природного газа (ПГ) и ПУТ.

Так, полная механическая энергия потока комбинированного дутья, определяющая размеры зоны горения, при вдувании ПГ была на уровне  $E_{\text{пм кд}} = 2034,8$  кДж/с и значительно снизилась до  $E_{\text{пм кд}} = 1555,7$  кДж/с при вдувании ПУТ [3].

Полная механическая энергия горнового газа, определяющая глубину его проникновения к центру горна снизилась в этом случае с  $E_{\text{пм гт}} = 5113,7$  кДж/с до  $E_{\text{пм гт}} = 3928,6$  кДж/с. Всё это указывает на уменьшение длины зоны горения и степени проникновения газового потока к центру горна при реализации на печи технологии с вдуванием ПУТ в конкретных условиях. Это один из факторов, способствующий усилению периферийного движения газового потока в нижней части печи, которое имело место при вдувании ПУТ [3].

Для нормализации радиального распределения газового потока также требуется согласованное управление ходом доменной плавки мерами управления как “сверху”, так и “снизу”. На доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup> с диаметром горна 14,7 м при уменьшении  $E_{\text{пм гт}}$  в центре горна образуется конус кокса, пропитанного нетекучим шлаком. Эта зона непроницаема для газа и ограничивает газовый поток в центре. Устранить загромождение центра горна, при отсутствии промывочных материалов можно подачей небольшого количества низкоосновных окатышей или железной руды в порцию кокса, которая загружается в центр колошника.

Следующей проблемой, возникшей на печи при внедрении технологии вдувания ПУТ, стали сложности в обслуживании фурменной зоны. При введении этой печи в эксплуатацию на ней было 36 фурм, затем на очередном ремонте с реконструкцией их увеличили до 42. Исходя из условий удобства обслуживания фурменной зоны печи за счет увеличения расстояния между устройствами подачи дутья в фурмы при сохранении разводки подачи в печь ПУТ и ПГ уменьшать количество фурм ниже 40 нецелесообразно.

Также на доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup> проблемой является неравномерное распределение дутья по фурмам печи, которое в основном связано с односторонним сочленением кольцевого воздухопровода с прямым. Устранить его можно путем осуществления на капремонте двухстороннего диаметрально противоположного подвода горячего дутья от прямого воздухопровода к кольцевому.

### Список литературы

1. Пинчук Д. В. Опыт внедрения и пути решения проблем освоения технологии вдувания ПУТ на доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup> / Д. В. Пинчук, П. И. Оторвин, А. В. Романчук, В. П. Лялюк, Д. А. Кассим // Научные труды всеукраинской научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Г. Г. Ефименка, 4-5 апреля 2017 г., НМетАУ, г. Днепр. – С. 122-128.
2. Лялюк В. П. Определение траектории потока газа при вдувании в доменную печь пылеугольного топлива / В. П. Лялюк, А. К. Тараканов, Д. А. Кассим и др. // Сталь. – 2017. – №4. – с. 2-6.
3. Лялюк В. П. Методика расчета полной энергии горнового газа при вдувании пылеугольного топлива / В. П. Лялюк, А. К. Тараканов, Д. А. Кассим // Сталь. – 2017. – №3. – с. 2-8.

УДК 622.788.002-192

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, професор  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### ПЕРСПЕКТИВИ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ФАБРИК ОКУСКУВАННЯ ГЗК

Традиційні методи проектування фабрик окускування ГЗК недостатньо ефективні, так як із-за відсутності на стадії проектування необхідних вихідних даних та методів розрахунку неможливо оптимізувати їх структуру за критеріями надійності, вибрати оптимальний парк технологічного обладнання, визначити їх технічні параметри.

Недоліки чисельних методів проектування та розрахунків складних систем значно зменшуються при використанні методу статистичних досліджень Монте-Карло. Цей метод має значні переваги порівняно із звичайними чисельними методами. Сутність методу Монте-Карло полягає в тому, що на ЕОМ моделюється побудова значної кількості віртуальних систем технологічного обладнання фабрик окускування ГЗК, а потім проводиться чисельна оцінка характеристик цих модельованих систем.

Розглянемо технологічну систему, що складається із  $n$  зразків обладнання, включеного в систему згідно функціональної схеми. Кожен зразок обладнання може бути в одному із двох імовірних станів – працездатному або непрацездатному. Тоді загальна кількість імовірних станів технологічної системи в загальному випадку дорівнює  $2^n$ , тобто можна вважати, що існує  $2^n$  різних віртуальних систем із своїми характеристиками надійності. Якщо структура досліджуваної системи відома, тобто відома залежність між параметрами технологічного обладнання і характеристиками системи, то останні можна розрахувати, визначаючи імовірні параметри обладнання без фактичної побудови системи. При відомому розподілі імовірних параметрів обладнання, характеристики системи можна оцінити шляхом вибору  $n$  випадкових чисел, що мають той же самий розподіл. Процедура такої оцінки повторюють  $m$  раз і кожен раз приймають нові значення випадкових чисел. Результати віртуального експерименту обробляються згідно законам математичної статистики і одержують апроксимуючий розподіл показників загальної характеристики системи.

Ефективне використання методу статистичних досліджень Монте-Карло для систем фабрик окускування ГЗК можливе при наявності економіко-математичних моделей цих систем та їх дослідженні з запрограмованою на ЕОМ структурою. Таке поєднання експериментального та розрахункового підходів проф. Ю.Г.Полляк називає методом прямого моделювання, який є окремим випадком методу імітаційного моделювання. Метод імітаційного моделювання забезпечує рішення задач дослідження, аналізу, синтезу та оптимізації складних технологічних систем фабрик окускування ГЗК на стадії їх проектування. Цей метод включає в себе методологію побудови системних моделей, методи алгоритмізації об'єктів, методи та засоби побудови програмних реалізацій імітаторів, планування, організацію та виконання на ЕОМ експериментів з імітаційними моделями, машинної обробки даних і аналізу результатів.

Нами вибрано метод оберненої функції, суть якого така. За допомогою генератора випадкових чисел генерується значення випадкової величини  $r_i$ , якому відповідає точка на осі ординат. Значення випадкової величини  $t_i$  з функцією розподілу  $F(t)$  одержується з рівняння  $F(t_i) = r_i$ . Для експоненціального розподілу, який використовується для визначення показників надійності технологічного обладнання фабрик окускування ГЗК, функція щільності має такий ви-

гляд:  $f(t) = \frac{1}{T} e^{-\frac{t}{T}}$  (1), де  $T$  – середній наробіток до відмови певного зразка технологічного об-

ладнання. Використаємо метод оберненої функції і одержимо  $r_i = \int_0^{t_i} f(t) dt = \int_0^{t_i} \frac{1}{T} e^{-\frac{t}{T}} dt = 1 - e^{-\frac{t_i}{T}}$

(2). З виразу (2) знаходимо значення  $t_i = -T \lg(1 - r_i)$  (3). Значення випадкової величини  $(1 - r_i)$  мають такий самий розподіл, як і величини  $r_i$ , тому рівняння (3) можна записати в іншому вигляді  $t_i = -T \lg r_i$  (4).

Метод оберненої функції використовується в мові програмування GPSS World, яка являє собою систему моделювання загальноюцільового призначення і використовується для побудови подійних дискретних імітаційних моделей та проведення експериментів з ними.

Метод статистичних досліджень Монте-Карло не може повністю замінити реальний натурний експеримент з експлуатації технологічних систем фабрик окускування ГЗК, але його результати значно підвищують точність та достовірність їх проектування.

**ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ ЗУБЧАСТИХ РЕДУКТОРІВ**

Проблемі оптимізації компоновальних схем зубчастих редукторів присвячено ряд робіт відомих вчених, але остаточного рішення з цієї проблеми до сих пір не знайдено. Головною причиною цього є багатоваріантність рішень, результати яких повинні забезпечити задані параметри редуктора при мінімальних витратах на його виготовлення та експлуатацію. Вибрати оптимальний варіант конструкції редуктора, забезпечити сталість його технічних характеристик протягом усього періоду експлуатації можливо лише при використанні системи автоматичного проектування - САПР. САПР дозволяє підвищити якість проектування, знизити трудомісткість і час проектування, змінити технологію проектування складних об'єктів. Головною умовою для використання САПР редуктора є наявність його математичної моделі. Математична модель редуктора засобами математики описує його структуру та функцію залежності вихідних параметрів механізму від вхідних параметрів. Використання математичних моделей дозволяє розглянути можливі варіанти компоновальної схеми багатоступінчастого зубчастого редуктора, що проектується, дослідити його та вибрати оптимальний варіант.

Вибір оптимального варіанта багатоступінчастого зубчастого редуктора залежить від критерію оптимізації, тобто параметра, максимальну чи мінімальну величину якого ми повинні досягти в результаті процесу оптимізації. Критеріями оптимізації зубчастих дво- і триступінчастих циліндричних, конічних та черв'ячних редукторів можуть бути: мінімальний загальний об'єм приводу, довжина або висота редуктора, що виражається мінімальною сумою міжосьових відстаней; мінімальна маса редуктора або маса коліс передач редуктора; рівномірність коліс передач за контактною або згинальною напругою; максимальний к.к.д. -  $\eta$ . При цьому параметрами функціональних обмежень на змінні параметри може бути прийнята контактна міцність або напруга згинання в небезпечному перерізі зуба.

Можлива також оптимізація компоновальної схеми багатоступінчастого зубчастого редуктора за декількома критеріями. При пошуку оптимального рішення за декількома критеріями застосовуються різноманітні класичні методи: метод диференціального обчислення, метод множників Лагранжа і динамічного програмування, принцип максимуму Понтрягіна. Використовуються методи координатного підйому або спуску, ймовірного пошуку, градієнтні методи, метод конфігурацій, симплекс-метод, метод штрафних функцій тощо. Так як в загальному випадку вихідні цільові функції мають різні розмірності, то при пошуку оптимуму ці функції зручно представляти в нормованій безрозмірній формі. Цільова функція нормується по її максимальному або мінімальному значенню у вигляді так званих складових функцій. Проектними змінними параметрами при рішенні задач оптимізації зубчастих багатоступінчастих редукторів можуть бути: загальне передаточне відношення редуктора; частоти обертання вхідного і вихідного валів; модуль зачеплення; число ступенів редуктора.

Як показано в роботах та Кіркача Н. Ф. двоступінчастий зубчастий редуктор має мінімальну масу і габарити в тому випадку, якщо діаметри коліс усіх ступенів близькі між собою. Для одержання близьких діаметрів коліс в ступенях редуктора передаточне відношення першого швидкохідного ступеня  $u_1$  необхідно брати більшим порівняно із передаточним відношенням другого ступеня  $u_2$  при одночасному збільшенні коефіцієнта ширини коліс  $\psi_{ba}$  від першого до другого ступенів. При цьому виконується критерій мінімізації розмірів редуктора. Для найбільш поширених кінематичних схем можна рекомендувати такі орієнтовні значення передаточних відношень першого швидкохідного  $u_1$  і другого тихохідного  $u_2$  ступенів: для двохступінчастого циліндричного редуктора за розгорнутою схемою і при роздвоєному першому ступені:

$$u_2 = 0,88\sqrt{u_p}; \quad u_1 = u_p/u_2; \quad \text{для двохступінчастого співвісного циліндричного редуктора:}$$

$$u_2 = 0,95\sqrt{u_p}; \quad u_1 = u_p/u_2; \quad \text{для двохступінчастого конічно-циліндричного редуктора:} \quad u_2 = 1,1\sqrt{u_p};$$

$$u_1 = u_p/u_2; \quad \text{для двохступінчастого циліндрично-черв'ячного редуктора:} \quad u_1 = 1,6...3,5; \quad u_1 = u_p/u_2.$$

В роботах М. М. Іванова та В. М. Іванов розроблені рекомендації для орієнтовного розподілу загального передаточного числа редуктора  $u_p$  за швидкохідним  $u_{III}$  та тихохідним  $u_T$  ступенями за спеціально розробленими графіками:  $i_{III} = f(i_p)$  - для двохступінчастого редуктора,  $i_{III} = f(i_p)$  та  $i_T = f(i_p)$  - для трьохступінчастого редуктора. Графіки побудовані за критерієм мінімальної маси зубчастих коліс при близькій контактній напрузі у всіх ступенях редуктора.

**ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ БАГАТОСТУПІНЧАСТИХ РЕДУКТОРІВ**

Оптимізації компоновальних схем багатоступінчастих зубчастих редукторів може проводитися за одним чи декількома критеріями: коефіцієнту корисної дії, об'єму, який займають спряжені зубчасті колеса передач редуктора, сумарній міжосьовій відстані ступенів редуктора, масі коліс редуктора, моменту інерції редуктора тощо [1 - 5]. Задача оптимізації зводиться до вибору змінних параметрів проектування, які мінімізують цільову функцію. Змінними параметрами проектування можуть бути функціональні обмеження, які регламентують діючу напругу згинання в небезпечному перерізі або контактну напругу допустимими значеннями. При оптимізації багатоступінчастих редукторів за сумою міжосьових відстаней ступенів редуктора змінними параметрами проектування може бути загальне передаточне відношення та число ступенів редуктора.

В результаті дослідження проблеми оптимізації компоновальних схем багатоступінчастих зубчастих редукторів можна зробити наступні висновки та визначити напрямки подальших досліджень. Проблема оптимізації компоновальних схем багатоступінчастих зубчастих редукторів базується на використанні загальних методів оптимізації та критеріях, які є специфічними для теорії зубчастих редукторів. При оптимізації компоновальних рішень багатоступінчастих зубчастих редукторів за критеріями мінімізації габаритних розмірів або маси необхідно ураховувати критерії згинальної і контактної міцності зуб'їв, а також передбачати розподіл загального передаточного відношення редуктора між ступенями за принципом зменшення передаточного відношення кожного наступного ступеня при переході від швидкохідного до тихохідного. Аналітичні залежності, які використовуються для оптимізації числа ступенів та розподілу загального передаточного відношення редуктора при розрахунках мінімальних показників маси і габаритів редукторів практично ідентичні, що дозволяє оптимізувати конструкцію за сукупністю вказаних параметрів без операції формування цільової функції. Так як трьохступінчасті редуктори одержуються із двоступінчастих шляхом додавання швидкохідної пари, то для оптимального розподілу загального передаточного відношення за ступенями у триступеневого редуктора за критерієм мінімальної маси в першому наближенні можна користуватися графіками  $i_1 = f(i_p)$  та  $i_2 = f(i_p)$ , які побудовані за умови контактної рівномірності всіх ступенів трьохступінчастого редуктора. При оптимізації передаточних відношень багатоступінчастих зубчастих редукторів за критерієм мінімізації маси існує можливість призначення передаточного числа ступенів редуктора в широких межах. При цьому слід приймати мінімально прийнятне число ступенів передач, так як при збільшенні їх числа маса редуктора буде збільшуватися за рахунок маси додаткових деталей передач – коліс, підшипників, валів тощо. Метод оптимізації конструкції багатоступінчастих зубчастих редукторів за вартістю виробу розроблено найменше, однак він має значні перспективи, так як економічний фактор є остаточною аргументом при проектуванні будь-якого технічного виробу. Для зубчастих редукторів за узагальнений економічний критерій оптимізації запропоновано використовувати вартість виробу, яка визначається в основному масою редуктора та серійністю виробництва. В сучасних економічних умовах ця формула потребує цінового корегування, але методологія рішення задачі залишається коректною.

Треба відзначити, що мінімуми цільових функцій, які визначають оптимальні параметри маси і габаритів редукторів, не мають яскраво вираженого екстремуму. Крім того, одержане значення передаточного відношення необхідно узгоджувати із стандартами, в яких містяться певні дискретні значення показників. Тому бажано говорити не про оптимальне значення параметрів, а про параметри, близькі до оптимальних.

*Список літератури*

1. Рудь Ю.С. Основи конструювання деталей машин / Рудь Ю.С. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д. О., 2015. – 492 с.
2. Киркач Н.Ф. Расчет и проектирование деталей машин / Н.Ф. Киркач, Р.А., Баласанян. – Київ: Основа, 1991. – 275 с.
3. Старжинский В.Е. Анализ публикаций по проблеме оптимизации компоновочных схем зубчатых механизмов / В.Е. Старжинский, В.Л. Басинюк, Е.И. Мардосевич, Е.В. Шалобаев // Вісник НТУ ХП. - 2013. - № 40 (1013). – С. 156-169.
4. Бондаренко О. В. Оптимізація співвісних ступінчастих приводів машин по масогабаритним характеристикам на прикладі тривальних коробок передач / О.В. Бондаренко. - Автореферат дис. канд. техн. наук. – Харків, 2013. – 20 с.
5. Иванов М.Н. Детали машин / М.Н. Иванов. - М.: Высшая школа, 1976. – 400 с

Ю.С. РУДЬ, доктор техн. наук, проф., В.В. КУЧМА, канд. техн. наук  
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### О ВИБРАЦИИ БУРОВОГО СТАВА СБШ-250МН

На карьерах Украины и ближнего зарубежья для бурения взрывных скважин применяются преимущественно станки шарошечного бурения типа СБШ-250. Их технический уровень в основном отвечает современным требованиям. Однако практика показывает, что при попытке форсировать параметры режима бурения доведением до максимума частоты вращения и усилия подачи бурового става, последний часто начинает весьма интенсивно вибрировать. Возникает реальная угроза разрушения металлоконструкций, резьбовых соединений штанг, основных узлов и агрегатов станка. Применение различных призабойных и наддолотных амортизаторов, центраторов и скользящих муфт должного эффекта не дает. Поэтому, проблема борьбы с вибрацией бурового става остается актуальной практической и научной задачей.

Продольным колебаниям бурового става посвящены многочисленные теоретические и экспериментальные исследования. В этих исследованиях рассматриваются вынужденные колебания с кинематическим возбуждением. При этом многообразные конструкции вращающе-подающих механизмов формализованы в колебательную систему с тремя-четырьмя сосредоточенными массами. В качестве упругих элементов рассматриваются канаты полиспаатов, цепи, рейки или гидросистемы подающих механизмов. Металлоконструкция станка, за исключением системы подачи бурового става, принята абсолютно жесткой. Возбудителем продольных колебаний бурового става служит волнистая поверхность забоя скважины. Экспериментально установлено, что число таких волн при частоте вращения до 60 1/мин – 9, при частотах от 60 1/мин до 100 1/мин – 6, при частотах от 100 1/мин до 157 1/мин – 3. Внезапная интенсификация колебаний бурового става объясняется возникновением резонанса в колебательной системе. На фоне интенсивных продольных колебаний возникают дополнительно поперечные колебания бурового става. Для снижения продольных колебаний предложены и внедряются забойные и наддолотные амортизаторы. В них осевое усилие и крутящий момент передаются долоту через упругий элемент. Некоторый эффект эти средства обеспечили при бурении пород  $f=10...14$  на глубину до 20м при усилиях подачи 150...30 кН и частотах вращения 60...157 1/мин.

Причиной возникновения поперечных колебаний рассматривалась низкая жесткость связи станка с подошвой уступа. Также рассматривалась сила подачи, дополненная динамической составляющей. Предположительно динамическая составляющая возникает при кинематическом возбуждении колебаний. Она совместно с усилием подачи вызывает продольный изгиб, искривляя став штанг, который входит в резонанс. Для снижения поперечных колебаний става предложены различные центраторы и скользящие муфты. Однако приведенные выше результаты показывают, что при вращении инструмента в рабочем диапазоне его скоростей волновая поверхность скважины генерирует возмущение с частотой 27...18 Гц. Собственные же колебания бурового става происходят с частотой 2,5...1 Гц, что весьма далеко от резонанса.

Анализ публикаций показал, что все научные исследования были направлены на уменьшение последствий колебаний, а не на ликвидацию источника вибрации.

Для изготовления буровых штанг применяются трубы стальные бесшовные горячедеформированные по ГОСТ8732-78 наружным диаметром 219...146 мм и толщиной стенки 50...22 мм. Стандарт и технология производства труб допускают разностенность до 10...12,5% толщины стенки и кривизну до 2...4 мм любого участка на 1 м длины трубы. Эти отклонения существенно ухудшают инерционные характеристики штанг. В результате чего главная центральная ось инерции штанги, как тела вращения, смещается относительно как геометрической оси става так и оси его вращения. Возникающий дебаланс порождает распределенную центробежную силу, частота которой равна частоте вращения става, побуждая систему к резонансу. В связи с этим необходимо исследовать динамическую устойчивость бурового става и рассчитать на устойчивость став из штанг номенклатуры для станков СБШ-250.



В.П. НЕЧАЕВ, канд. техн. наук, доц., А.О. РЯЗАНЦЕВ, ст. викладач  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## УЛУЧШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ

Одной из задач модернизации станков является стремление за счет частичных изменений поднять технический уровень оборудования до уровня современных моделей аналогичного назначения [1, 2]. Достижение высоких показателей точности и производительности при работе станка зависит от многих факторов. Не последнюю роль в этом играют шпиндельные узлы (ШУ) — их конструкция, качество изготовления, сборки и регулировки. Одним из важных показателей качества ШУ являются его динамические характеристики.

Моделирование шпиндельных узлов позволяет решать не только задачи оптимизации конструкции, но, в некоторых случаях, решать обратную задачу — производить оценку жесткости опор, т.е. фактическую величину предварительного натяга (при наличии экспериментальных динамических характеристик), а на этой основе оценивать состояние опор, качество их регулировки. Например, с помощью программы SpinDyna\_FE [2] можно моделировать ШУ металлорежущих станков на различных опорах (качения, аэро- и гидростатических и других) при наличии параметров, характеризующих их жесткостные и демпфирующие свойства.

Результатом статического расчета ШУ являются:

осевые и радиальные упругие деформации, а также углы поворота сечений;  
реакции в опорах ШУ и стыках.

При динамическом расчете ШУ определяются:

собственные частоты и модальные коэффициенты демпфирования;  
изгибные формы колебаний упругой системы ШУ в заданном частотном диапазоне;  
амплитудно-частотные (АЧХ) и фазо-частотные характеристики ШУ по любой заданной координате, как от силы резания, так и от силы (момента), приложенной в любой узловой точке расчетной схемы.

Анализ статических деформаций базового варианта показал, что перемещение переднего конца шпинделя зависит не только от собственных деформаций и деформаций опор. В значительной степени оно определяется подсистемой гильзы, в основном опорами гильзы. Наличие адекватной математической модели ШУ позволяет начать поиск вариантов, которые могли обеспечить улучшение динамических характеристик ШУ и могли быть реализованы конструктивно. Варьировали положения подшипников в передней и задней опорах (рис. 1), жесткостные характеристики подшипников качения, а также конструктивные изменения в виде сквозного отверстия в шпинделе.

Использование программного комплекса при моделировании шпиндельного узла шлифовального станка позволяет оценить влияние жесткостных характеристик опор, которые зависят от предварительного натяга в подшипниках, предложить вариант конструкции с улучшенными динамическими характеристиками.

Доклад посвящен вопросам улучшения динамических характеристик шпиндельного узла при модернизации шлифовального станка с ЧПУ. Оценено влияние на динамические характеристики ШУ различных конструктивных изменений и параметров модели.

### Список литературы

1. Усакин К.С., Игнатьев А.А. Моделирование динамического состояния шпиндельного узла прецизионного токарного модуля / К.С. Усакин, А.А. Игнатьев // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2010. Т. 2. № 1. С. 89—97.
2. Щетинин В.С., Космынин А.В. Математическая модель расчета несущей способности высокоскоростного шпиндельного узла на газомангнитной опоре / В.С.Щетинин, А.В. Космынин // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2010. № 8. С. 31—35.

**ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ**

Повышение долговечности деталей ремонтного производства с использованием прогрессивных технологий восстановления является крайне актуальной темой. Коленчатый вал (КВ) испытывает большие нагрузки и подвергается скручиванию, изгибу и механическому изнашиванию и усталостному разрушению. Особенно высокие нагрузки несут шатунные шейки и щеки. Изготавливают КВ из углеродистых, хромомарганцевых, хромоникельмолибденовых и других сталей, а также из специальных высокопрочных чугунов. Сложность конструктивной формы КВ, его недостаточная жесткость, высокие требования к точности обрабатываемых поверхностей вызывают особые требования к выбору методов и технологий восстановления.

При нормальных условиях эксплуатации основной дефект коленчатого вала — это равномерное изнашивание контактных поверхностей. Перегрузка и усталость металла, нарушение смазки трущихся поверхностей вызывают нагрев и деформацию детали, интенсивный износ, задиры и схватывание на поверхностях трения. Следствием усталости материала может быть повреждение.

Основными повреждениями коленчатых валов являются: излом вала по шейкам или щекам; трещины в шейках вала, задиры шеек вала, повышенная овальность коренных или шатунных шеек; повреждения элементов соединения вала с приводами насосов и распределительного вала, изгиб [1]. Важно также отметить, что наличие дефектов (пор, трещин) в металлопокрытиях, наплавленных на рабочие поверхности КВ в процессе его восстановления, является главным критерием оценки качества и приемлемости технологического процесса восстановления.

Известно, что более 50% повреждений деталей носят усталостный характер [1,2]. Трудность восстановления коленчатых валов заключается в том, что необходимо одновременно восстановить размеры шеек и их износостойкость, обеспечить высокую усталостную прочность вала. Анализ литературных и других источников свидетельствует о том, что наиболее распространенный способ восстановления КВ базируется на применении технологической операции наплавки под слоем флюса.

При наплавке коренных шеек коленчатого вала без предварительного подогрева детали можно выявить следующие закономерности: повышение температуры каждой последующей коренной шейки от наплавки предыдущей происходит на левых щеках в среднем на 12 °С, а на правых щеках в среднем на 7 °С, что в конечном итоге не удовлетворяет рекомендациям по предварительному подогреву восстанавливаемого вала, так как температуры коренных шеек непосредственно перед наплавкой находятся в интервале от 21 до 83 °С при необходимом диапазоне в 100—250 °С. Поэтому возникает необходимость дополнительного предварительного подогрева коленчатого вала до температур от 100 до 250 °С перед его наплавкой, что позволит уменьшить вероятность возникновения трещин. Статистический анализ ресурса восстановленных и новых коленчатых валов при этом комплексе технологических операций в общем количестве 160 шт. показал, что общий вторичный ресурс — 80,6% от первичного ресурса крупногабаритных валов.

Доклад посвящен основным дефектам коленчатых валов дизельных двигателей, предложен ряд технологических рекомендаций для их восстановления.

*Список литературы*

1. Денисов А.С., Кулаков А.Т., Анализ эксплуатационных дефектов коленчатого вала двигателя КамАЗ-740 / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, // Ремонт, восстановление, модернизация. 2010. №6. С.30—38.
2. Тугушев Б.Ф. Американская концепция восстановления тяжелонагруженных коленчатых валов дизельных двигателей / Б.Ф. Тугушев Актуальные проблемы транспорта Поволжья и пути их решения: межвуз. научн. сб. Саратов: СГТУ. 2001. С. 136—149,

## ОПЛАВЛЮВАЛЬНІ ПЛАЗМОВІ ПОКРИТТЯ В РЕМОНТНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

Застосування зміцнювальних і відновлювальних покриттів в ремонтному виробництві обумовлено посиленням умов експлуатації деталей (температурою, тиском, швидкістю і хімічною агресивністю середовища, абразивним зносом, випромінюванням). Ці та інші умови визначають призначення даних покриттів (термостійкі, жаростійкі, ерозиційностійкі, зносостійкі, антифрикційні, корозійностійкі, що відображають або поглинаючи різні випромінювання).

На основі динаміки процесу формування напилюваного матеріалу необхідна інженерна теплофізична модель, що описує вплив температури підігріву підкладки, температури частинок і коефіцієнта термічного розширення на рівень залишкових напружень в плазмових покриттях.

При розробці технологічних процесів напилення міцність зчеплення покриттів з поверхнею виробу є одним з основних критеріїв, що дозволяє судити про можливість їх застосування, а також визначає експлуатаційні характеристики.

Результати аналізу відомих робіт показують [1,2], що міцність зчеплення всіх газотермічних покриттів залежить від фізико-хімічного стану поверхні і залишкових напружень. Так, при послідовному покритті шарів відшаровування покриттів пояснюється зростанням залишкових напруг до критичного рівня, що визначає міцність зчеплення з підкладкою.

Залишкові напруги в зоні контакту деталь-покриття виникають в результаті перепаду температур елементів системи і відмінності їх коефіцієнтів термічного розширення [2]. У зв'язку з цим аналіз формування залишкових напружень вимагає розробки теплофізичної моделі зміни в часі температур деталі і покриття в процесі плазмового напилення.

Побудову теплофізичної моделі можна здійснити в припущенні, що пляма напилення з певним діаметром і площею рухається уздовж поверхні циліндра зі швидкістю  $V$ . При цьому за один прохід протягом часу формується мінімальний шар покриття товщиною, варіюваний в межах 50- 150 мкм.

Тривалість напилення за один прохід в точці поверхні виявляється в кілька разів менше періоду одного обороту деталі навколо осі обертання. Тому можна припустити, що при шаровому формуванні напилених шарів покриття деталі за минулі проходи перед формуванням наступного шару повністю охолоджується.

Розподіл залишкових напружень в системі NiCr-Ст. 3 характеризується тим, що в напилених шарах покриття виникають напруження розтягу, а в умовних деталях - стискальні напруги. Навпаки, в системі W-Ст. 3 в покритті - розтягувальні напруги, а в умовних деталях - стискальні. Різниця знаків напружень в двох системах пояснюється тим, що знаки напружень в великій мірі залежать від співвідношень коефіцієнтів термічного розширення (КТР) покриття і матеріалу підкладки. Для забезпечення високої міцності зчеплення покриття та деталі необхідно, щоб їх коефіцієнти термічного розширення були приблизно рівні.

Отримані експериментальні і розрахункові залежності показують, що більший вплив на рівень залишкових напружень надають коефіцієнт термічного розширення, температура підігріву підкладки і загальна товщина напилюваного покриття.

Доповідь присвячено застосуванню зміцнювальних і відновлювальних покриттів в ремонтному виробництві. Показано, що при розробці технологічних процесів напилення міцність зчеплення покриттів з поверхнею виробу, а також рівень залишкових напружень є одним з основних критеріїв якості оплавлювального плазмового покриття.

### Список літератури

1. Балдаев Л.Х. Газотермическое напыление: уч. пособие /Под общ.ред. Л.Х. Балдаева. М.: Маркет ДС. 2007. 344 с.
2. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления. / А.Ф. Пузряков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2008. 360 с.

**ЕЛЕКТРОКОНТАКТНЕ НАПЛАВЛЕННЯ ПРИ УСУНЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ВАЛІВ**

В даний час питання про вдосконалення методів продовження ресурсу деталей гірничих машин і кар'єрної техніки є досить актуальним. Особливу увагу можна приділити відновленню дорогих деталей, наприклад, ротор турбокомпресора.

На сьогоднішній день відомо багато способів відновлення зношених деталей, при цьому велика їх частина до відновлення малорозмірних деталей не підходить, в зв'язку з тим що вони мають ряд суттєвих недоліків [1,2]. Наприклад, у методів відновлення деталей напленням або полімерними матеріалами недостатня міцність зчеплення, а відновлення малорозмірних деталей методами наплавлення (під шаром флюсу, в середовищі захисних газів, індукційний, газовий) не застосовується у зв'язку з високими термічними деформаціями виробів, тому найбільш придатними методами відновлення таких деталей будуть термомеханічні способи нанесення покриттів. Одним з таких способів відновлення, які надають невелике термічне вплив, є електроконтактна приварка (ЕКП).

ЕКП - це ефективний, високопродуктивний спосіб відновлення зношених деталей, особливо з невеликими значеннями зносу, що дозволяє приварювати присаджувальні матеріали на деталі різної форми, з різними фізико-механічними властивостями. Товщину шару, що наноситься можна регулювати в межах 0,2-1,0 мм, зона термічного впливу не перевищує 0,5 мм, припуск на механічну обробку 0,2-0,5 мм. Також електроконтактні способи відновлення деталей мають низьку енергоємність процесу, характеризуються відсутністю потужного світлового випромінювання і газовиділення, дозволяють знизити втрати присаджувального матеріалу, зберегти початкові властивості матеріалу деталі при високій міцності зчеплення одержуваного покриття з основним металом деталі. Причому для отримання покриттів ЕКП можна використовувати сталеві стрічки, дрот і порошки. Останні при цьому можуть бути як однокомпонентними, так і багатоконпонентними і складатися з різних металевих і неметалевих порошків.

На сьогоднішній день ЕКП сталеві стрічки відновлюють в основному колінчаті вали і опорні шийки валів під підшипники ковзання, але практично не відновлюють вироби невеликого діаметру. Це пов'язано з тим, що при ЕКП сталеві стрічки або дроту на вироби діаметром менше 15 мм вони можуть деформуватися від тиску роликів електродів і термічного впливу в зоні приварювання. Для відновлення малорозмірних деталей ЕКП найбільш підходящим присадним матеріалом будуть порошкові матеріали, так як при їх ЕКП зона термічного впливу набагато менше.

При ЕКП сталеві стрічки і дроту сила струму, необхідна для якісної приварки дроту і стрічки, вище в порівнянні з ЕКП порошкових матеріалів на 19 і 32% відповідно, що викликає більш високі температури в зоні приварювання і як наслідок - до підвищених деформацій.

Таким чином, електроконтактна приварка порошкових матеріалів дозволяє реалізувати ресурсозберігаючі та екологічно чисті технології відновлення зношених деталей машин і деталей невеликого діаметра, а технологія відновлення зношених деталей машин електроконтактною приваркою порошкових матеріалів є перспективною і дозволяє розширити номенклатуру відновлюваних деталей.

Доповідь присвячена особливостям відновлення малорозмірних деталей і результатам практичного застосування технології електроконтактного приварювання феромагнітного порошку.

*Список літератури*

1. Сайфуллин Р.Н. Электроконтактная приварка порошковых материалов при восстановлении деталей и получении защитных покрытий. / Р.Н. Сайфуллин / Уфа: БашГАУ. 2008. 182 с.
2. Сайфуллин Р.Н. Повышение эффективности технологии восстановления деталей электроконтактной приваркой порошковых материалов. / Р.Н. Сайфуллин / Уфа: БашГАУ. 2009. 39 с.

**СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ СВЕРДЛІННЯ ОТВОРІВ МАЛИХ ДІАМЕТРІВ У  
ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВАХ**

Отримання отворів малих діаметрів (0,3-2 мм) в відповідальних деталях і деталях з твердих або жароміцних сплавів має ряд певних особливостей.

В даний час для обробки отворів малих діаметрів в важкооброблюваних сплавах існує декілька поширених методів: електроерозійна обробка; лазерна обробка; гідроабразивне різання; електрохімічна обробка.

Застосування традиційної електроерозійної обробки для отримання отворів малого діаметра, особливо з великим значенням відношення довжини до діаметру, пов'язане з технологічними труднощами і пов'язане з труднощами видалення продуктів ерозії.

Розглянемо можливість застосування свердління отворів малого діаметра в жароміцних сплавах. При обробці подібного роду матеріалу свердлінням доцільно провести аналіз виникнення теплових явищ, так як вони істотно впливають на інструмент.

Теплопровідність важкооброблюваних матеріалів, як правило, істотно нижче теплопровідності звичайних конструкційних матеріалів. В результаті тепло не встигає відводитися із зони різання, що викликає сильне нагрівання ріжучої частини інструменту. Виходячи з цих особливостей, робота на рекомендованих для жароміцних матеріалів режимах різання призводить до швидкого досягнення допустимої температури різання, стійкість свердла різко падає, збільшення сил різання призводить до поломки інструменту. Тому для важкооброблюваних матеріалів необхідно знижувати швидкості різання, що призводить до зниження продуктивності обробки. У зв'язку з цим виникає питання про вишукування таких технологічних методів, які при високій міцності оброблюваних матеріалів забезпечили б досить високу продуктивність і стійкість різального інструмента. Застосування правильно підібраних змащувально-охолоджуючих рідин дозволяє дещо змінити теплові процеси.

Високі температури в зоні обробки, що виникають із-за низької теплопровідності важкооброблюваних матеріалів, визначають необхідність дослідження температурних явищ в зоні різання.

Одним із способів зниження температури є застосування змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ (ЗОТС). Їх застосування при різанні металів збільшує стійкість різального інструмента, покращує якість обробленої поверхні і знижує силу різання. В даний час застосування технологічних середовищ вважають одним з основних способів поліпшення процесів різання важкооброблюваних матеріалів.

Свердління з внутрішнім підведенням ЗОТС рекомендується застосовувати для обробки отворів глибиною до 15-20 діаметрів свердла в заготовках з теплостійких сталей. При свердлінні з внутрішнім підведенням ЗОТС забезпечується зниження температури різання, надійне відведення стружки, підвищення продуктивності обробки до 2 разів у порівнянні з охолодженням свердел поливом.

Провівши детальний аналіз, можна зробити висновок про можливість свердління отворів малого діаметра в жароміцних сплавах, причому на відміну від електроерозійної обробки отримання отворів можна здійснити прямо в умовах ремонтної бази підприємства без істотних фінансових витрат.

Доповідь присвячено способам отримання отворів малого діаметра в жароміцних сплавах і забезпечення стійкості ріжучого інструменту.

*Список літератури*

1. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. / В.Н. Подураев / М.: Высш. школа. 1974. 587 с.
2. Пестрецов С.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов резания. / С.И. Пестрецов / Тамбов: ТГТУ. 2009. 104с.

В.П. НЕЧАЕВ, канд. техн. наук, доц., А.О. РЯЗАНЦЕВ, О.В. ЧЕРНЯВСЬКА, ст. викладачі  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ПРОБЛЕМА КОНТРОЛЮ ФОРМИ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ОБЕРТОВИХ ДЕТАЛЕЙ В ПРОЦЕСІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ВІДНОВЛЕННЯ

Теоретичні дослідження і практика обробки великогабаритних деталей, що обертаються типу бандажів цементних печей, конусів дробарок гірської маси, з метою продовження їх ресурсу показали [1, 2], що забезпечення точності форми і розмірів поверхонь кочення даних деталей без застосування «керованого різання» є досить трудомісткий процес, а часто і просто нездійснений, тому що впирається в можливість здійснення процедури попереднього контролю.

Питання контролю великогабаритних деталей, що обертаються в процесі їх експлуатації або відновлення до сих пір не вирішено на рівні, достатньому для впровадження у виробництво з мінімальними витратами. Він ускладнюється особливостями поведінки контрольованого тіла в процесі обертання [2]. Зокрема, бандажі обертювх печей не мають стаціонарної осі обертання, а отже, класичні методи контролю, засновані на прямих методах вимірювань з використанням накладних скоб, інструментів-шаблонів, рулеток, мірних дротів і теодолітів, незастосовані. Крім того, реальний бандаж має жорсткість, явно недостатню для його габаритів і маси, що призводить до значних спотворень його форми при установці на ролюкоопорі, тим більше під навантаженням, створюваної масою обертювх печі з сировиною всередині неї.

Відповідно, в процесі обертання форма деталей такого типу безперервно змінюється через його деформації. Для вимірювання деталей діаметром понад 4000 мм в умовах підприємств важкого машинобудування використовують непрямі методи вимірювання від додаткових або допоміжних баз, що дають, як показала практика [2], більш високу точність вимірювання.

Відомо, що для бандажів цементних печей найбільш критичною є не точність їх діаметрів, а точність форми поверхонь катання.

В роботі [2] показано, що якісна обробка таких деталей повинна проводитися після попередньої розмітки їх поверхні: розбиття її на «меридіани» і «паралелі» із зазначенням базових точок (міток) на обох торцях. Ця процедура дозволить точно прив'язати координати поверхні катання і розрахувати кількість металу, яке слід видалити в кожній точці поверхні, а отже, допоможе забезпечити мінімальні відхилення від круглості. З огляду на масогабаритні особливості деталей, а також невизначеність базування їх осей, слід як вимірювальної бази прийняти саму поверхню кочення використовуючи властивість інваріантності кривизни і метрики.

Пристрій для контролю форми бандажів повинно містити N датчиків, розташованих по дузі на однакових і стабільних відстанях один від одного. Кожен з датчиків контролює лінійне відхилення поверхні катання в напрямку нормалі, проведеної до неї в точці розташування датчика, в залежності від кута між датчиками. Координатні точки слід розташувати на однаковій відстані від центру бандажа і з рівним кутовим кроком.

Доповідь присвячено обґрунтуванню можливості вимірювання похибок форми поверхонь кочення великогабаритних деталей, що обертаються типу бандажів цементних печей, конусів дробарок, з використанням непрямих методів вимірювання.

### Список літератури

1. Санин С.Н. Новые технологии восстановительной обработки поверхностей катания крупногабаритных деталей без их демонтажа. /С.Н. Санин/ Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова. 2009. 86 с.
2. Пелипенко Н.А. Повышение качества крупногабаритных деталей при обработке с использованием переносных станков./ Н.А. Пелипенко / Автореф.дисс. ...д-ра схи. наук. М.: Московский ордена трудового красного знамени станкостроительный институт. 1988.42 с.

**СТОПОРІННЯ НАРІЗНИХ З'ЄДНАНЬ АНАЕРОБНИМ КЛЕЙОВИМ ФІКСУВАННЯМ**

Осьове навантаження на гвинт, яке він отримує при зтяжці з'єднання, із-за наявності кута підйому витків різі приводить до виникнення осьових сил. Деформації розтягу, якими при цьому навантажується гвинт, не визивають поворот гайки відносно гвинта, так як всі різі мають властивість самогальмування. При статичному навантаженні відгвинчуванню гайки заважає тертя в різі та на опорному торці гайки. При вібраційному навантаженні можуть виникати окремі моменти часу, коли гайка залишається вільною від осьових сил. В результаті чого, навіть незначне бокове навантаження на з'єднання може привести до повороту гайки. Розгвинчування з'єднання може виникати і внаслідок наявності залишкових сил зтяжки або при зсуві деталей, що з'єднуються. Тому надійна робота нарізного з'єднання може бути гарантована лише при використанні певних засобів стопоріння.

Відомі методи і засоби стопоріння нарізних з'єднань умовно можна розділити на дві групи: жорстке стопоріння та фрикційне. В першому випадку нарізні деталі, що входять у вузол стопоріння, з'єднуються між собою жорстким зв'язком – стопором. Відгвинчування одної із деталей з'єднання пов'язано із деформацією, зрізом або руйнуванням стопора.

При фрикційному стопорінні між деталями, що входять у вузол стопоріння, створюється підвищене тертя. Різновидом фрикційного стопоріння є пружне стопоріння, при якому за рахунок пружного елемента у вузлі стопоріння підтримується постійний натяг. Пружне стопоріння підтримує постійним сили тертя між деталями вузла стопоріння при вібраціях, пульсаціях навантаження, появи остаточної деформації тощо.

До першої групи стопоріння нарізних з'єднань відноситься методи стопоріння з використанням лаків, фарб, різних смол. Ці методи використовується до різей діаметром до 8 мм. Фарба наноситься на головку гвинта з переходом на деталь з'єднання після зтяжки гвинта. Якщо голівка потайна або напівпотайна - фарба наноситься під головку гвинта до зтяжки гвинта або гвинт зтягують і фарбою або клеєм повністю заповнюють поглиблення під головку.

Подальшим розвитком цього методу є використання анаеробного клейового фіксування з допомогою однокомпонентного клею. Клей заповнює мікроскопічні зазори між витками різі і в контакт з металом при відсутності повітря полімеризується у тверду міцну термореактивну пластмасу. Клеєм повинна бути покрита вся поверхня різі. При цьому поверхневій плівки не повинні заважати процесу полімеризації. Додатковим позитивним ефектом при використанні клейових фіксаторів є герметизація з'єднання. Фіксатори мають хімічну стійкість до більшості речовин, тому їх можливо використовувати при роботі в агресивному газовому та рідинному середовищі.

Рідкі анаеробні клеї наносяться на поверхню різі вручну або за допомогою дозаторів. У глухих нарізних отворах клеєм заповнюються їх порожнина. Витрати клею залежать від розмірів нарізного з'єднання, в'язкості клею та конфігурації деталей. При великих розмірах покривають поверхні обох деталей з'єднання. При з'єднанні хімічно неактивних металів використовується активатор. Деякі анаеробні фіксатори знижують коефіцієнт тертя в різі, тобто є мастилом. В такому випадку при нормованій зтяжці нарізного з'єднання необхідно корегування сили зтяжки з урахуванням величини зниження коефіцієнта тертя. Якщо неможливо або небажано використання анаеробного рідкого клею, використовують кріплення з попередньо нанесеним капсульованим нарізним фіксатором. При зтяжці з'єднання мікрокапсули роздавлюються і з них видавлюється активатор, який запускає процес анаеробної полімеризації.

При виборі конкретного клейового фіксатора необхідно знати діаметр різі, матеріал кріпильних деталей, температуру експлуатації з'єднання, необхідний ступень фіксації, вимоги до хімічної стійкості та екологічності клею.

Особливості розбирання нарізних з'єднань з клейовим фіксатором. Із-за відсутності доступу кисню та вологи до різі, вона не піддається корозії. Тому розбирання нарізного з'єднання здійснюється легше, а кріпильні деталі можуть бути використані повторно після видалення старого фіксатора і нанесення нового. В асортименті клейових фіксаторів є препарати із слабим та сильним ступенем фіксації. Перші препарати забезпечують розбирання нарізних з'єднань без руйнування різі звичайними інструментами, а розбирання з'єднань з сильним ступенем фіксації має певні складнощі

Результати тесту Юнкера по DIN 65151-2002, отримані фірмою Loctite, показують, що фіксація нарізних з'єднань клейовим фіксатором забезпечує найбільшу жорсткість.

**СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ ПРУЖНИХ ШАЙБ ДЛЯ СТОПОРІННЯ НАРІЗНИХ З'ЄДНАНЬ**

До групи методів фрикційних стопоріння нарізних з'єднань відноситься стопоріння розрізними пружними шайбами за ГОСТ 6402-70 (шайба Гровера), які ставлять під гайки або головку болта. Пружинна шайба внаслідок своєї пружності підтримує натяг і додаткові сили в різі на одному-двох обертах гайки, зменшує вплив вібрацій на тертя в різі. Крім того, гострі кінці шайби врізаються в деталь і гайку назустріч силам самовідгвинчування.

В розвиток конструкції за ГОСТ 6402-70 розроблена шайба, яка має конструкцію тарілчастої пружини, що розміщується між опорною поверхнею гайки (головки гвинта) та деталлю. Введення в систему таких пружних елементів приводить до підвищення стабільності затяжки та міцності з'єднання при дії осевого навантаження. При цьому можна знизити змінне навантаження на болт до 30-50%. Використовується також гладка шайба у вигляді тарілчастої пружини за DIN 6798. Гладкі шайби за DIN 6798 працюють за принципом фрикційного стопоріння і призначені для роботи з болтами класу міцності 8.8 та 10.9. Сила пружності гладких шайб в плоскому стані складає 70-90% від сили затяжки болтів. Крайні показники мають стопорні шайби у вигляді тарілчастої пружини з зовнішніми зубцями за ГОСТ 10462-81, ГОСТ 10463-81. Момент відгвинчування таких з'єднань зменшуються із збільшенням числа розбирань. Використання таких шайб дає найбільший ефект в з'єднаннях болтами із низьковуглецевих та вуглецевих сталей з невеликими силами затяжки (до 5 кН).

Запропонована шайба за стандартом NF E 25511 із радіально розміщеними зубцями з одної сторони тарілчастої пружини. Шайби мають насічку на зовнішній конічній поверхні, що спрягається з поверхнею кріпильної деталі. Після затягування шайби зубці врізаються в тіло гайки. Створюється жорсткий зв'язок між кріпильними елементами та шайбою, а зв'язок по контакту шайби з прикріплюваною деталлю стопоріння здійснюється фрикційними силами. Фірмою Schnorr запропонована також шайба із пилкоподібними зубцями на двох сторонах. Принцип стопоріння пружними шайбами заснований на значному збільшенні сил тертя в різі та на торці гайки. Пружні шайби встановлюються так, щоб при остаточному затягуванні забезпечувався жорсткий упор гайки в поверхню деталі.

Фірмою NordLock запропонована система жорсткого стопоріння нарізних з'єднань за допомогою двох однакових шайб, кожна із яких має на одній стороні клинові виступи, а другій – радіальну зубчасту насічку. Кут клинових виступів  $\alpha$  більше кута підйому різі  $\beta$ . При складанні з'єднання шайби складаються клиновими виступами одна до іншої. В процесі затяжки з'єднання клинові виступи шайб встановлюються в упор і шайби не можуть повернутися в напрямку затяжки. Радіальна зубчаста насічка вдавлюється в спряжені поверхні деталей з'єднання і між ними створюється жорсткий зв'язок. При відгвинчуванні, в тому числі і самовідгвинчуванні, клинові виступи створюють додаткове осеве зусилля, яке збільшує момент, необхідний для відгвинчування деталі. Блокуючий ефект шайб NordLock можливий при твердості поверхонь спряжених деталей, меншою, ніж твердість шайб. Тому шайби гартуються до твердості не нижче 425-465HV. В зв'язку з цим шайби NordLock можуть використовуватися з кріпленням класу міцності до 12.9. Недопустимо використовувати в комплекті з шайбами NordLock плоскі шайби, так як при цьому втрачається ефект блокування само відгвинчування. Шайби NordLock виготовляються у двох виконаннях – із нормальним та збільшеним зовнішнім діаметром. Останні використовуються при установці на фарбовані поверхні, деталі із м'яких матеріалів, збільшені отвори під кріплення або з продовжними пазами.

Фірма VILHOFF запропонована власна розробка системи жорсткого стопоріння нарізних з'єднань за допомогою шайб RIPLOGK, які мають на зовнішніх поверхнях радіальні зубці. Геометричні розміри шайб RIPLOGK відповідають стандарту DIN 125. Кут підйому різі  $\beta$  менший кута дотичної до поверхні витка  $\alpha$ . При затяжці нарізного з'єднання радіальні зубці врізаються в контактуючі поверхні деталей, створюючи тим самим жорстке з'єднання. Твердість шайб RIPLOGK 350...500HV, тому їх неможливо використовувати для деталей з більшою твердістю. Можна використовувати для кріплення класів міцності 8.8, 10.9, 12.9.

Розроблені також гвинти та гайки з зубчастими фланцями, які дозволяють повністю відмовитися від шайб різної конструкції. Такі кріпильні деталі забезпечують жорстке стопоріння нарізного з'єднання. Зубчаста насічка на фланці гвинта або гайки врізається в поверхні спряжених деталей і створюють між ними жорсткий зв'язок. Твердість зубчастої насічки повинна бути більшою твердості поверхонь спряжених деталей.



**О ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ БУРОВОГО СТАВА СТАНКОВ СБШ-250**

Практика показала, что при бурении скважин станками типа СБШ-250 попытка довести до максимума усилие подачи и скорость вращения приводит к возникновению весьма интенсивной вибрации бурового става. Во избежание разрушений от вибрации деталей станка, оператор вынужден возвращать параметры режима бурения на более низкий уровень, теряя производительность. Исследованию вибрации става посвящено значительное число публикаций, разработаны различные центраторы, муфты скольжения, призабойные и наддолотные амортизаторы. Однако эффективность их недостаточна, источник вибрации достоверно не установлен. Проблема борьбы с вибрацией става остается весьма актуальной.

Представляется целесообразным в качестве причины вибрации рассмотреть несовершенство конструкции бурового става. Став состоит из нескольких штанг длиной порядка 8 м, соединяемых резьбой. В конструкции штанги есть гильза, изготавливаемая из стальной трубы по ГОСТ 8732-78 наружным диаметром 219...146 мм и толщиной стенки 50...22 мм. Стандарт и технология производства допускают для этих труб разностенность  $\pm 12,5\%$  толщины стенки и кривизну 2...4 м на длине 1 м любого участка. Такие отклонения разбалансируют став как тело вращения, смещая его главную центральную ось инерции с оси симметрии и оси вращения. Возникающий при этом дебаланс при вращении става порождает периодическую распределенную по длине центробежную силу. Ее частота равна частоте вращения става. Последний под действием этой силы может при некоторой критической частоте вращения  $n_k$  терять динамическую устойчивость.

Для аналитического исследования динамической устойчивости буровой став рассмотрен в виде упругой балки с распределенной массой, опертой шарнирно своими концами. Начало координат совмещено с буровым инструментом. Ось абсцисс  $0_x$  направлена вдоль оси вращения. Ось ординат  $0_y$  - перпендикулярно  $0_x$ . На произвольном расстоянии  $x$  от начала координат выделен элемент става длиной  $dx$  и массой  $dm$ . Интегрированием центробежной силы  $dF$  получена распределенная по длине нагрузка  $q(x)$ . Под действием этой нагрузки может возникнуть прогиб  $y(x)$  става; вид функции  $y(x)$  не известен. Для отыскания этой функции составлено и проинтегрировано обыкновенное дифференциальное уравнение четвертого порядка. Граничные условия приняты из условия, что на концах става прогиб и кривизна отсутствуют, т.е. при  $x = 0$  и  $x = l$   $y(0) = y(l) = 0$  и  $d^2y/dx^2 = 0$ . Уравнение упругой линии, как частный интеграл, получено в форме синусоиды, которая по длине става может образовывать  $k = 0, 1, 2, 3 \dots$  полуволн. При этом установлено, что критическая частота вращения  $n_k$  выражается через параметры става зависимостью такого же вида как и частота собственных изгибных колебаний бурового става, квадрат которой  $\Pi_k^2$  прямо пропорционален модулю упругости материала  $E$ , моменту инерции  $I$  поперечного сечения става и обратно пропорционален погонной плотности  $\rho$  и квадрату длины  $l^2$  става.

Сделан вывод, что когда частота вращения  $n_k$  достигает значений частоты собственных колебаний бурового става, в нем, как в колебательной системе, возникает резонанс. Амплитуда колебаний става стремится неограниченно возрастать. Расчеты показали, что став штанг длиной  $l = 16$  м и сечением 219×50, 203×50, 180×30, 168×30, 146×32 мм<sup>2</sup> и став  $l = 24$  м всех сечений может терять динамическую устойчивость при холостом вращении – для СБШ-250МН-32 -  $\leq 120$  об/мин. (без усилия подачи). При максимальном усилии подачи  $P = 294$  кН динамическую устойчивость могут терять ставы всей номенклатуры СБШ-250МН-32.

Для предотвращения динамической неустойчивости бурового става необходимо при изготовлении гильз штанг устранять в них дебаланс расточкой по внутреннему диаметру либо радиальной ковкой трубных заготовок.

М.О. МАРЧИК, кандидат технічних наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ВІБРАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ УСТАНОВОК ГЛИБОКОГО БУРІННЯ

Перспективним засобом зниження вібраційного навантаження наземного устаткування бурової установки у разі виникнення інтенсивних коливань бурильної колони пов'язане зі створенням універсального пристрою пружної підвіски нерухої гілки талевого канату. Пристрій має забезпечувати як діапазон варіювання жорсткості в межах від 0,15 до 1,5 мН/м, так і компенсацію ваги бурильної колони будь-якої довжини, що відповідає інтервалу найбільш вібро-небезпечних глибин буріння. Суттєвим етапом створення такого пристрою є вибір типу пружного елемента, що здатен плавно змінювати свою жорсткість і сприймати змінне статичне навантаження. Як показав аналіз, зазначеним вимогам в достатній мірі задовольняє пневматичні пружні елементи, параметри жорсткості яких можна задавати шляхом регулювання тиску повітря з використанням простих систем автоматичного управління.

Але перед створенням універсального пристрою пружної підвіски і розробки методики розрахунку його конструктивних елементів доцільно виконати ще один етап досліджень. Він обумовлений тим, що роторне буріння супроводжується різноманітними за формами проявленнями і різними за походженням динамічними процесами, що протікають як у наземній частині бурової установки, так і у свердловині. У зв'язку з цим ідея зниження жорсткості кріплення нерухої гілки талевого канату з метою захисту наземного устаткування від інтенсивних коливань бурильної колони потребує практичної перевірки в умовах діючої бурової установки. З найменшими трудовитратами така перевірка здійснюється шляхом промислових випробувань підвіски спрощеної конструкції. Для цього цілком прийнятна нескладна у виготовленні і монтажі підвіска з механічними пружинами у якості пружного елемента, яка дозволяє дискретно змінювати жорсткість кріплення талевого канату та компенсувати статичну силу від бурильної колони у невеликому інтервалі глибин буріння.

Взагалі можливе використання пристроїв пружного кріплення талевого канату трьох типів.

Пристрій з механічними пружинами. Вільний кінець талевого канату кріпиться до основи бурової установки через кілька спарених циліндричних пружин стискування, параметри яких визначають жорсткість підвіски канату. Для підвищення стійкості пружин, що працюють послідовно, вони виготовляються з різним напрямом навивки. Пристрій включається в роботу у разі виникнення інтенсивних коливань бурильної колони на гирлі свердловини і, як наслідок, підвищеної вібрації наземного устаткування бурової установки. При нормальних умовах буріння пристрій фіксується у нерухомому стані. Обмеження, пов'язані зі стійкістю пружин та простором для їх розміщення, дозволяють використання такої підвіски лише на невеликому інтервалі маси бурильної колони, тобто на невеликому інтервалі глибин буріння.

Пристрій з пневматичним пружним елементом. Механізм кріплення вільного кінця талевого канату до основи включає пружну резино-кордну оболонку. У потрібний момент оболонка через редуційний клапан, який пов'язаний з газовою порожниною газорідного акумулятора та магістраллю стислого повітря, заповнюється стислим повітрям. Таким чином жорсткість кріплення канату визначається тиском повітря в оболонці. Така конструкція пружної підвіски по-перше, дозволяє варіювати її жорсткість у досить широкому діапазоні, який визначається об'ємом повітряної порожнини газорідного акумулятора; по друге, вона може бути використана на будь-яких глибинах буріння, оскільки зростання ваги бурильної колони компенсується зміною тиску повітря у пружному елементі за допомогою редуційного клапану.

Пружна підвіска з автоматично регульованою жорсткістю на базі пневмоциліндра. Відрізняється тим, що завдяки конструкції редуційного клапану здійснюється зворотний зв'язок між статичним навантаженням бурильної колони і тиском повітря у пневмоциліндрі. Крім того, горизонтальна та вертикальна ступені свободи клапана дозволяють оперативно регулювати статичну силу, що утримує колону, та жорсткість підвіски. Така конструкція пружної підвіски вільного кінця талевого канату є найбільш перспективною для широкого використання при модернізації бурових установок.

С.С. ДУБРОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., А.Ю. СТАРОСТІН, здобувач  
О.В. АЛЬОШИН, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ (НЕРЖАВІЮЧИХ) СТАЛЕЙ**

Розвиток машинобудівної промисловості, як і інших галузей народного господарства, потребує максимальної інтенсифікації та підвищення ефективності виробництва на базі науково-технічного прогресу. Основним економічним результатом має стати підвищення надійності та ресурсу деталей машин.

Важливе значення у зв'язку з цим набувають вимоги техніки та економіки виробництва до підвищення якості конструкції машини. Якість та її контроль служать вихідною передумовою одного з найбільш важливих властивостей сукупності виробів – взаємозамінності, яка визначає в значній мірі техніко-економічний ефект, одержаний при експлуатації сучасних технічних пристроїв.

Аналіз процесів фрезерування корозійностійких і нержавіючих сталей показує малу ефективність обробки цих сталей у порівнянні з вуглецевими. Це пов'язано з тим, що нержавіючі сталі, такі як 12X18H10T, мають велику в'язкість, погано реагують на нагрівання в процесі обробки, а також містять у своєму складі титан. З цього випливає, що фрезерування таких сталей повинно відбуватись на малих швидкостях різання, відносно великих подачами на зуб, та інструментами з відповідними покриттями або швидкорізальної сталі, які не містять титан. Приміром ріжучі інструменти таких фірм як DNF, Sumitomo мають рекомендовану швидкість різання нержавіючих і жароміцних сталей в межах 40...80 м/хв, а за для незакалених вуглецевих сталей (сталь 20, сталь 45) - 120...150 м/хв. Також для України вагоме значення має фактор неякісного (не однорідного або не відповідного хімічного складу) матеріалу.

В таких умовах дуже важко підібрати потрібний інструмент, а часом навіть неможливо.

Твердосплавні інструменти дають більшу, порівняно з швидкорізальними інструментами, ефективність обробки, але для цього вони повинні бути покриті відповідним покриттям. Підбір такого інструменту часом займає досить багато часу, і не завжди вдається підібрати інструмент з потрібним покриттям. А враховуючи, що все виробництво рухається в бік дрібносерійного або одиничного, а також мінлива якість матеріалу від партії до партії, такі експерименти, і витрати по часу можуть дозволити собі далеко не всі виробники. Фрезерування ж швидкорізальними сталями має низьку продуктивність, а також стійкість інструменту, що веде до збільшення терміну виробництва деталей і необхідність частой правки та заміни інструменту. Всі ці фактори в кінцевому рахунку ведуть до подорожчання процесу виробництва деталі, і зниження привабливості відповідно підприємства як виробника. Що є недопустимим в нинішньому конкуруючому середовищі.

Таким чином, з метою підвищення ефективності фрезерування нержавіючих сталей необхідно подальше вивчення та розробка методів які полегшують процес різання, або збільшують міцність і стійкість різального інструменту. Найбільш перспективним, на наш погляд, для рішення поставлених завдань може бути використаний метод електрохімічного фрезерування. Так як в результаті електрохімічної реакції поверхневий шар деталі насичується воднем, і відповідно стає крихкішим. Це робить процес різання більш простим.

Метод дозволяє збільшити стійкість інструмента, але необхідно враховувати, що при цьому інструмент повинен бути виготовлений із матеріалів, які є нейтральними по своєму хімічному складу до оброблюваних сталей (не мають хімічної спорідненості). Інакше використання даного методу стає неможливим.

Комбінація ж цього методу з іншими повинна в значній мірі підвищити ефективність обробки нержавіючих сталей, здешевити процес виробництва деталей і спростити запуск у виробництво деталей з нержавіючих сталей.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОКАТУ**

Управління якісними показниками прокату в процесі його виробництва стає все більш значущим критерієм при виборі найбільш раціональної технології виробництва. Тому за останній час для вирішення завдань оптимізації технологічних параметрів виробництва прокату все більше застосування знаходять математичні моделі формування мікроструктури і механічних властивостей прокату [1,2]. Перші моделі, що дозволяють прогнозувати механічні властивості вуглецевих і мікролегованих сталей з'явилися ще в 50-х рр. ХХ ст., але лише в 90-х рр. розвиток обчислювальної техніки дозволив використовувати програми для безперервного регулювання процесу виробництва прокату.

Математичні моделі можуть бути застосовані для вирішення різних завдань метало- та матеріалознавства. Створення алгоритмів і програм розрахунків здійснюється на основі базових знань процесів протікання фазових перетворень, зміцнення і рекристалізації металу по ходу технологічного циклу виробництва.

Загальновідомо, що структура сталі істотно залежить від умов охолодження прокату. Для того, щоб отримати уявлення про кінцеві властивості та якість прокату після термічної обробки, необхідно знати, які фазові перетворення відбуваються в сталі в процесі охолодження.

Основними вихідними даними для моделювання процесу охолодження прокату, як правило, є: діаметр прокату, вихідне розподіл температури по перетину профілю на виході з чистової кліті прокатного стану, конструкція установки прискореного охолодження, довжини ділянок вирівнювання на повітрі, лінійні швидкості прокату і води, температура води на вході в камеру, тиск води на вході в камеру.

Математична модель охолодження прокату дозволяє визначати такі параметри охолодження як тиск води в камерах охолодження, швидкість води в камері, витрати води на охолодження, температурне поле прокату на кожній стадії охолодження і вирівнювання, температуру води на виході з камери охолодження без застосування грубих припущень.

На сьогоднішній день існує ряд математичних моделей, що описують процеси, що протікають при охолодженні металу, які дозволяють прогнозувати формування структурних складових в сталі. В роботі [3] розроблено математичну модель контрольованих процесів прокатки і охолодження витків, що дозволяє прогнозувати структуру і механічні властивості сталі з урахуванням їх нерівномірного розподілу. Модель включає програму розрахунку величини зерна аустеніту перед початком фазового перетворення і програму, що враховує умови теплопередачі при охолодженні витків на повітрі і в гарячій воді. Кінцева структура прокату визначається за програмою, що включає температурно-швидкісні умови обробки.

Також слід зазначити, що методи математичного моделювання, що описують технологічні процеси виробництва, дають можливість ефективно управляти процесом прокатки та охолодження, регламентувати технологічні параметри прокатки, що ведуть до знаходження необхідних умов температурно-деформаційного режиму прокатки й охолодження, тим самим забезпечуючи заданий структурний стан і необхідний комплекс споживчих властивостей.

У зв'язку з цим, математичне моделювання є одним з найбільш актуальних напрямків в галузі управління якістю продукту в прокатному виробництві, оскільки являє собою потужний «інструмент», що сприяє вдосконаленню процесів гарячої прокатки й охолодження і отримання необхідного комплексу властивостей готової продукції.

*Список літератури*

1. Аммерлинг В. Новые направления при прокатке на сортовых и проволочных станах // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2006. № 2. С.43-48.
2. Матвеев Б.Н. Моделирование процессов горячей деформации позволяет повышать качество проката // *Черметинформация*. Бюлл. Черная металлургия. 2002. № 11. С. 8-15.
3. Шеремет В.А., Любимов И.М., Смияненко И.Н. и др. Ускоренное охлаждение арматурного проката в нескольких камерах // *Теория и практика металлургии*. № 2 (22). 2001. С. 37-40.

**ПРИЧИНИ ПОЯВИ ЗНОСУ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ДЕТАЛЕЙ**

На величину природного зносу рухомого з'єднання впливають багато факторів, а саме: вид та характер тертя; швидкість взаємного переміщення поверхонь тертя; їх початковий стан (шорсткість, наклеп і т.д.); спосіб підводу, кількість та якість змащування; наявність абразивів і т.д. Різноманіття фізико-механічних, хімічних та фізико-хімічних властивостей матеріалів обумовлює складну картину природного зносу. Це ускладнює задачу встановлення загальних закономірностей, що дозволяють в різних умовах роботи визначити величину та характер зносу певного сполучення. Загальним є збільшення природного зносу зі збільшенням часу роботи деталей машин. Належна технічна експлуатація та ремонтні заходи значно збільшують термін служби деталей.

Існують різні теорії, що пояснюють процес зносу. Теорія молекулярного тертя, запропонована професором Б.В. Дерягінін, теорія механічного та молекулярно-механічного зносу професора І.В. Крагельського. Професор Б.І. Костецький дослідив хімічні та структурні зміни в тонких поверхневих шарах в процесі зносу [1, 2].

Знос зчепленням характеризується інтенсивним руйнуванням поверхонь деталей машин при терті без змащування. Поверхневі шари металу пластично деформуються, виникають місцеві металеві зв'язки на поверхнях тертя та руйнування їх з відокремленням частинок металу або налипанням їх на поверхнях тертя.

Окислювальний знос представляє собою процес поступового руйнування поверхонь деталей при терті, що відбувається при дії кисню (з повітря) на поверхневі шари деталей, що деформуються.

Тепловий знос виникає в результаті дії значного питомого тиску та великих швидкостей ковзання поверхонь тертя. Тепло, що виділяється, розм'якшує метал і викликає на поверхнях тертя інтенсивні руйнування в результаті оплавлення, розмазування і перенесення металу з відділенням малих обсягів з поверхонь тертя.

Абразивний знос виникає внаслідок попадання абразивних частинок і продуктів зносу на поверхні тертя. В результаті при ковзанні поверхонь тертя відбувається зрізання мікрооб'ємів металу.

Осповидний знос характеризується відшаруванням, викошуванням та іншими подібними явищами на поверхнях тертя кочення. [2, 3].

Найважливішим завданням технічного обслуговування і ремонту є продовження терміну служби деталей в сполученні. Знос деталей може бути зменшений шляхом отримання оптимальної шорсткості поверхонь деталей при механічній обробці і подальшої роботи їх в умовах рідинного тертя. Мастило дозволяє значно понизити знос деталей. Введення мастила між поверхнями тертя зменшує коефіцієнт тертя. Без мастила (сухе тертя) коефіцієнт тертя знаходиться в межах від 1,0 до 0,5, а при наявності мастила – він зменшується до 0,01-0,001. Мастило одночасно служить охолоджуючим середовищем для поверхонь тертя, підтримуючи при цьому постійну температуру і змиваючи відокремлені частки металу.

Збільшити термін служби деталей машин можна шляхом значного підвищення їх зносостійкості, наприклад, підвищити твердість поверхонь тертя шляхом термічної або хіміко-термічної обробки, а також використанням полімерних матеріалів [4].

*Список літератури*

1. Костецький Б.И. Качество поверхности и трение в машинах / Б.И. Костецький, Н.Ф. Колесниченко. – Киев: Техніка, 1969. – 216 с.
2. Крагельский И.В. Трение и износ / И.В. Крагельский. – Москва: Машиностроение, 1968. – 480 с.
3. Крагельский И.В. Трение, изнашивание и смазка / И.В. Крагельский, В.В. Алисин. – Москва: Машиностроение, 1978. – 400 с.
4. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин / [А.Г. Фесенко, К.В. Бечке, С.В. Манжелівський та ін.]. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2015. – 104 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ АРМАТУРНОГО ПРОКАТУ З ЧОТИРЬОХСТОРОННІМ РОЗТАШУВАННЯМ ПОХИЛИХ РЕБЕР**

Стабільна потреба світового та внутрішнього ринків в арматурі та зростаюча конкуренція серед її виробників визначає розвиток технології виробництва цього виду прокату. Аналіз літератури свідчить про те, що існує достатньо інформації про термічне зміцнення прокату [1,2], проте, про формування структури і властивостей арматурного прокату з чотирьохстороннім розташуванням похилих ребер в сучасній літературі описано недостатньо. У зв'язку з цим, проведення досліджень є актуальною задачею, оскільки це дає можливість досягти нових технологічних рішень при виробництві арматурного прокату, що забезпечують підвищену керованість процесом формування структури та властивостей прокату, так і можливість надання йому додаткових споживчих властивостей.

Дослідні прокатки для вивчення можливості отримання даного виду продукції проводили на арматурній сталі марки Ст3Гсп в технологічному потоці конверторний цех - машина безперервного лиття заготовок - дрібносоротно дровий стан 250/150-6 підприємства «Арселор Міттал Кривий Ріг». Підготовка сумішей, виплавка і розливання сталі марки Ст3Гсп, доставка до відділу нормоконтролю проводилася відповідно до чинної технічної документації та нормативних документів. Прокатка арматури з чотирьохстороннім розташуванням похилих ребер проводилася в 2 етапи. Перший етап передбачав отримання геометричних розмірів. Розрахунок калібровки та енергосилових параметрів був розроблений в калібрувальному бюро підприємства «Арселор Міттал Кривий Ріг». Другий етап полягав в отриманні механічних властивостей. Для отримання механічних властивостей було прокатано дві плавки по 5 штук в кожній. Перша плавка була прокатана з трьома стадіями охолодження: охолодження розкату до чистового блоку (попередня термотраса), лінія прискореного охолодження та охолодження повітрям під тиском. При цьому були витримані всі параметри згідно стандарту DIN 488. Але механічні властивості отримати не вдалося, так як при прокатці за час проходження розкату між чистовим нарізним калібром і лінією прискореного охолодження відбувалася рекристалізація металу. В результаті рекристалізації наклеп практично повністю знімається, і властивості наближаються до їх початкових значень. Друга плавка була прокатана з чотирма стадіями охолодження. Крім трьох описаних вище були додатково встановлені труби «вентурі» у чистовий блок, які відразу охолоджували розкат після виходу з чистового калібру. Тим самим після подовження зерен металу відбувалося гартування розкату, що дозволило збільшити твердість і зменшити пластичність готового профілю.

Також була проведена серія досліджень, пов'язана з вивченням впливу штучного старіння на механічні властивості прокату. Проблема в тому, що гарячекатаний прокат більш схильний до післядеформаційного старіння, ніж термомеханічнозмцнений. Це, мабуть, обумовлено більш грубою мікроструктурою гарячекатаного прокату. При дослідженні зразки вирівнювали в слюсарних лещатах без використання молотка, а потім піддавали штучному старінню при температурах 100, 150 і 200°C. Результати дослідження дозволяють зробити висновок про наявність впливу штучного старіння на механічні властивості гарячекатаного арматурного прокату класу WS221 зі сталі марки Ст3Гсп. Навіть при стандартному старінні при температурі 100 °C протягом 1 години на діаграмі розтягування з'являється перелом, який можна трактувати як початок пластичної деформації. При збільшенні тривалості та інтенсивності старіння починає проявлятися площина текучості, тобто характер пластичної деформації металу наближається "до природної форми".

*Список літератури*

1. Жучков С.М., Кулаков Л.В., Лохматов А.П. Влияние технологических факторов на температурный режим непрерывной сортовой прокатки // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2001. № 4. С. 37-41.
2. Чен Дж., Найхёйс Т. Новые системы охлаждения для станов горячей прокатки // *Сталь*. 2005. № 9. С.44-46.

**ТЕРМОМЕХАНІЧНЕ ЗМІЦНЕННЯ АРМАТУРНОГО ПРОКАТУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЙОГО МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ**

Арматурний прокат є основним видом армування залізобетонних конструкцій, обсяги і використання яких в Україні і за кордоном неухильно зростають. Основним об'єктом досліджень є найбільш масовий в сучасному будівництві арматурний прокат класу А500С [1, 2].

На дрібносортному стані 250-4 підприємства «Арселор Міттал Кривий Ріг» здійснюється прокат арматури діаметром 12 мм зі сталі марки СтЗТРпс на клас 460 (BS 4449 специфікація британського стандарту на сортовий прокат з вуглецевої сталі для армування бетону), А400С і А500С. Лінія прискореного охолодження (ЛПО) і термічного зміцнення прокату розташована між останньою чистовою кліткою прокатного стану і холодильником.

Процес протікає в чотири стадії. Перша стадія - швидке охолодження по всіх ступенях ЛПО, що починається відразу ж після виходу прутка з останньої чистової клітки. Протягом цієї стадії здійснюється гартування поверхневого шару на деяку глибину. В кінці цієї стадії прутки мають аустенітну серцевину, оточену приповерхневим шаром, який складається з мартенситу. Тривалість першої стадії повинна залежати від температури кінця прокатки, зростаючи з її збільшенням, діаметра арматури і марки сталі. На другій стадії процесу прутки виходять із зони швидкого охолодження водою і охолоджуються на повітрі. В момент припинення водяного охолодження коефіцієнт тепловіддачі навколишньому середовищу дуже малий через низьку температуру поверхні (150-250 °С), а температурний градієнт по перетину дроту, навпаки, дуже високий. Тому тепло з серцевини починає швидко надходити до поверхні, нагріваючи її. До кінця цієї стадії відбувається вирівнювання температури по перетину з встановленням середньомасової температури, яку приймають за температуру самовідпуску. Під час другої стадії відбувається відпуск утвореного при поверхневому шарі мартенситу. Серцевина прутка продовжує залишатися в аустенітному стані. Тривалість цього періоду визначається діаметром прутка та умовами охолодження на першій стадії. Третя стадія процесу настає, коли прутки знаходяться вже на холодильнику. Ця стадія являє собою квазіізотермічне перетворення аустеніту центральних зон прутка. Продуктами цього перетворення можуть бути або суміш фериту і перліту, або суміш фериту, перліту і бейніту в залежності від таких факторів, як склад сталі, діаметр прутка, температура кінця прокатки, ефективність і тривалість охолодження на першій стадії. Четверта стадія - охолодження прутка на холодильнику до температури навколишнього середовища після завершення в металі структурних перетворень [3].

В результаті металографічних досліджень поперечних мікрошліфів проб арматурного прокату зі сталі СтЗТРпс класу А500С діаметром 12 мм було встановлено, що на всіх пробах має місце темнопротравлений ободок глибиною від 1,4 мм до 1,8 мм. В результаті мікродослідження встановлено, що у поверхні мікроструктура металу складається з відпущеного мартенситу. За ободком зі структурою відпущеного мартенситу знаходиться перехідна зона зі структурою низькотемпературного бейніту з ділянками трооститу. Формування подібної мікроструктури пояснюється на підставі результатів, отриманих при моделюванні процесу прискореного охолодження і термозміцнення арматурного прокату.

Для можливості прогнозування механічних властивостей готового прокату були оброблені експериментальні дані з метою виявлення кількісного зв'язку між обсягами утворених фаз структури і механічними властивостями. Це було зроблено на тій підставі, що просте лінійне співвідношення між властивостями (особливо) міцності і об'ємною часткою фаз часто зводиться до ідеалізованого закону змішування, що практично цілком прийнятно [4].

*Список літератури*

1. **Шеремет В.А.** Научные исследования, современное состояние, перспективы развития производства и применение арматурного проката для железобетонных конструкций / В.А. Шеремет, А.В. Кекух, Н.П. Жильцов и др. // Теория и практика металлургии. – 2004. - №3-4. – С. 121-127.
2. **Черненко В.Т., Кузьменко А.Г., Корнеев В.Н., Сеничев Г.С., Шеремет В.А.** Производство термомеханически упроченного проката для армирования бетона // Металлург. – 2001. – № 7. – С.36-37.
3. **Кугушин А.А.** Высокопрочная арматурная сталь / А.А. Кугушин, И.Г. Узлов, В.В. Калмыков, С.А. Мадатян, А.В. Ивченко. – М.: Металлургия, 1986. – 272 с.
4. **Пикеринг, Ф.Б.** Физическое металловедение и разработка сталей: Перев. с англ. / Ф.Б. Пикеринг. – М.: Металлургия, 1982. – 184 с.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ПРИСКОРЕНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ**

На сьогоднішній день підвищення якості продукції є однією з основних задач металургійного виробництва, послідовне вирішення яких здатне забезпечити продукції необхідну конкурентоздатність на ринках збуту продукції [1-4]. Шляхи вирішення вказаних задач полягають в розробці та освоєнні нових технологій та обладнання для термомеханічного зміцнення прокату, що в свою чергу дає можливість керувати процесом формування фізико-механічних та споживчих властивостей продукції, що відповідає міжнародним вимогам.

Метою даної роботи була розробка нової лінії прискореного охолодження з гнучкою системою керування процесом термомеханічного зміцнення арматурного прокату, що відповідає різним вимогам міжнародних стандартів. Дослідження проводили в умовах дрібно сортового стану 250-4 сортопрокатного цеху №2 ПАТ«Арселор Міттал Кривий Ріг».

В теперішній час лінія прискореного охолодження, що використовується в СПЦ-2, складається з нагнітаючої форсунки з двома входами та двома виходами. Після форсунки прокат разом з водою потрапляє в камери роздільного охолодження. Ці дві камери постійно зближуються та закінчуються «сводкою». Після «сводки» розкат (обидві нитки одночасно) рухається в камерах сумісного охолодження. Закінчується прискорене охолодження після того, як вода відводиться від розкату вузлом збросу відпрацьованої води. Дана лінія прискореного охолодження має основний недолік – сама найменша ступінь охолодження обмежується довжиною камер роздільного охолодження. Тобто існує деяка «мертва зона», в якій неможливо встановити відсічку. Цей недолік лінії прискореного охолодження не був критичним в той час, коли вона створювалася. На той час ДС 250-4 спеціалізувався на виробництві арматурного прокату діаметром 12 мм класів А400С та А500С по ДСТУ 3760. Розширення сортаменту стану та необхідність виробництва гарячекатаних видів арматурного прокату класу А400 по ГОСТ т5781 та Grade 40 по ASTM 615 призвели до необхідності зменшення довжини камер роздільного охолодження шляхом пересування «сводки» ближче до форсунок. Проте такі заходи мають межу. Існують розумні межі кутів, за якими можна змінювати рух розкату. Подальше зменшення ступеню охолодження за рахунок довжини зони активного охолодження стало неможливим. Знижувати ступінь охолодження прийшлося за рахунок зменшення тиску води перед форсункою. Труднощі, що виникли при такому підході, створили технологічну проблему кривизни прутків та збільшення частки некондиції.

Запропонована лінія прискореного охолодження арматурного прокату складається з форсунки. Форсунка спарена, має два входи для охолоджуваного прокату і два виходи на камеру прискореного охолодження для проката і охолоджуючої води. Камери прискореного охолодження розташовуються паралельно. Розкат кожної нитки рухається по окремій камері. Вузол скидання відпрацьованої води може пересуватися, за рахунок чого змінюється довжина зони активного охолодження. Переміщення здійснюється як дискретно, так і безперервно.

Для того, щоб уникнути недоліку, пов'язаного з наявністю «мертвої зони», пропонується передбачити два типи установки вузла скидання: стаціонарно і "телескопом". При стаціонарній установці відсічки ми можемо пересунути її безпосередньо до форсунки, таке положення забезпечує охолодження гарячекатаного прокату малих (8, 10 мм) діаметрів. Крім цього важлива можливість установки відсічки на максимальну довжину для Ø 14, 16 мм.

Таким чином, показана принципова нова конструкція лінії прискореного охолодження, яка надає можливість оперативного управління процесом термомеханічного зміцнення за принципом збільшення довжини активного охолодження.

*Список літератури*

1. Бернштейн М.Л. Термомеханическая обработка стали [Текст]/ М.Л. Бернштейн, В.А. Займовский, Л.М. Капуткина. – М.: Металлургия, 1983. - 480 С.
2. Григорьев А.К. Термомеханическое упрочнение стали в заготовительном производстве. [Текст] / А.К. Григорьев, Г.Е. Коджаспиров. – Л.: Машиностроение, 1985. - 143 С.
3. Савенков В.Я. Технологические основы и оборудование для термического упрочнения непрерывнодвижущегося мелкосортного профиля [Текст] / В.Я. Савенков // Упрочняющая термическая и термомеханическая обработка проката. - Вып. 1, Киев. - 1968. - С.7-14.
4. Стародубов К.Ф. Термическое упрочнение проката. [Текст] / К.Ф. Стародубов, И.Г. Узлов и др. – М.: Металлургия, 1970. - 368 С.



**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕФОРМАЦІЇ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ  
СТАЛІ 20**

Ефективним процесом отримання сталі з підвищеними механічними властивостями є загально визнаний процес термомеханічної обробки. Все більша кількість нових прокатних станів створюються на основі технологічних схем, в яких закладені принципи термомеханічної обробки [1].

У процесі гарячої прокатки відбувається високотемпературна термомеханічна обробка металу. Однак під ТМО, як правило, розуміється не тільки фізична сутність процесу, а й цілеспрямований комплексний вплив на структуру металевого сплаву сукупністю операцій деформації, нагріву і охолодження, в результаті яких і відбувається формування остаточної структури металевого сплаву, а, отже, і його властивостей [1].

Метою описаного нижче дослідження було порівняння кінетики аустенит-перлітного перетворення під час деформації з різними температурами і ступенями обтиснення, а також формування кінцевої структури під час охолодження.

Деформація підготовлених зразків проводилася на пластометрі торсіонного типу, який дозволяв в широких межах змінювати температурно-деформаційні параметри обробки [3]. Матеріалом для досліджень була сталь доевтектоїдного типу Сталь 20. До складу комплексу входила також піч-ванна з розплавом солей (склад: 48% Ba<sub>2</sub>Cl, 30% NaCl, 22% KCl), яка дозволяє проводити ізотермічну витримку зразків при температурах 600 - 850°C. Контроль за температурним режимом нагріву і охолодження зразків здійснювався за допомогою потенціометра КСП-3. Як датчики температури використовувалися хромель-алюмелеві термопари.

Зразки зі Сталь 20 представляли собою круглі прутки діаметром 8 мм і довжиною 650 мм. Спочатку вони попередньо нагрівалися до температури 1000°C і витримувалися при цій температурі 1 годину, потім охолоджувалися на повітрі до температури деформації  $T_d$ , закріплювалися в робочій печі пластометра і деформувалися із заданим ступенем деформації в ізотермічних умовах. Потім зразки поміщалися в піч-ванну з температурою  $T_v$ , де відбувався розпад переохолодженого аустеніту в ізотермічних умовах. Для визначення структурного стану зразків під час ізотермічної витримки, вони через певний час опускалися в воду для охолодження. Крок зміни часу витримки  $\tau$  підбирався індивідуально для кожного температурного режиму обробки. Контрольні зразки, відповідаючі статичним умов обробки, охолоджувалися за аналогічним температурним режимом без деформації.

Далі для кожного температурно-деформаційного режиму обробки зразків була проведена оцінка середніх розмірів вихідного зерна аустеніту і колоній перліту. Розмір вихідного зерна аустеніту визначався по [2].

В даній роботі було описано експериментальне дослідження впливу температури деформації на кінцеву структуру сталі. Дослідження проводилися на торсіонному пластометрі, який дозволив відобразити процес деформації (змінюючи ступінь обтиску і температуру деформації) і відобразити процес охолодження. Також по деформованим зразкам проводилось вимірювання величини зерна аустеніту. В результаті можна зробити висновок, що чим менше ступінь і температура деформації, тим менше розмір зерна, а, отже, метал стає більш пластичним і водночас міцним.

*Список літератури*

1. Milieu Y.J. Новые разработки в области проволочных станов// Y.J. Milieu, D. Bude D. Журнал «Новости черной металлургии за рубежом». 2001. №4 (28). С. 67-70.
2. ГОСТ 5639-82. Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна. [Текст]. — Введ. 01.08.2003, переиздание с изм. 1. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — 30 с.
3. Конструкция пластометра торсионного типа / Ф.В. Капцан, В.Н. Урцев, С.А. Морозов, В.Н. Дегтярев, И.Л. Белевский, А.А. Николаев // В кн. Совершенствование технологии на ОАО ММК / Сб. тр. Центральной лаборатории контроля. - 1999. - Вып. 3. - С. 321 – 324

**ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА БРОНЕЙ ДРОБИЛКИ МЕЛКОГО ДРОБЛЕНИЯ НА ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

Эффективная работа дробильной фабрики в значительной степени определяется надежностью дробилок мелкого дробления. В условиях дробления крепких абразивных руд при минимальных разгрузочных щелях срок службы футеровочных броней значительно ниже долговечности остальных узлов, поэтому брони являются главным элементом, определяющим работоспособность дробилок [1].

Для увеличения межремонтного периода конусных дробилок необходимо повысить срок службы футеровочных броней. В поисках оптимальных решений были проведены исследования [2], в ходе которых измеряли величину линейного износа подвижной и неподвижной броней дробилок мелкого дробления. По результатам замеров износа броней построены графики зависимости износа по глубине камеры дробления в различных сечениях. Анализ графиков показывает, что однотипные брони, работающие в различных условиях, изнашиваются неравномерно по глубине камеры дробления и имеют зоны наибольшего износа.

В дробилках мелкого дробления зоны наибольшего износа броней не совпадают, так как брони регулирующего кольца интенсивно изнашиваются в зоне разгрузочной щели, в то время как брони подвижного конуса – на входе в калибрующую зону камеры дробления. Неравномерный износ броней неблагоприятно сказывается на качестве дробленого продукта, о чем свидетельствуют характеристики крупности дробленого продукта дробилки КМДТ-2200, работающей с новыми и изношенными бронями, которые представлены в таблице [3].

Таблица

Влияние износа броней на гранулометрический состав продукта дробления.  
(Разгрузочная щель  $B_0=6,4$ мм.)

Дробилка КМДТ-2200	Средний диаметр питания $D_{cp}$ , мм	Содержание расчетных классов, %						Средний диаметр дробленого продукта $d_{cp}$ , мм	Степень дробления $i = D_{cp}/d_{cp}$
		Размер расчетных классов, +,мм							
		+25	-25 +20	-20 +12	-12 +6	-6 +3	-3		
Новые брони	41	2,1	8,5	37,4	22,7	13,8	15,4	11,5	3,6
Изношенные брони	41	4,8	12,5	34,9	21,8	12,3	13,17	12,5	3,3

Данные таблицы показывают, что дробилка с изношенными бронями выдает дробленый продукт повышенной крупности, что является основанием для замены броней. Неравномерный износ броней приводит к изменению величины зазоров между дробящими поверхностями по всей глубине камеры дробления и как следствие к потере первоначальной формы.

Не эффективное использование камеры дробления по её высоте вызывает стремление эксплуатационного персонала уменьшать выпускное отверстие для получения необходимого качества дробленного продукта, что несёт за собой рост удельных нагрузок на брони, другие детали и узлы дробилки, их повышенному износу и поломкам. Анализ исследования изнашивания броней конусных дробилок в условиях их эксплуатации на ГОКах Кривбасса позволили выбрать аппроксимирующую функцию кривых износа броней [ 2 ] Предлагаемая функция износа была положена в основу расчета оптимального профиля камеры дробления дробилок среднего и мелкого дробления.

Предложена методика профилирования камеры дробления конусных дробилок мелкого дробления с учетом характера износа броней и обеспечивающая заданное качество продукта дробления.

*Список литературы*

1. Гузенко Н.М., Титиевский Б.М. О сроках службы основного технологического оборудования дробильно-обогащительных фабрик. Горный журнал, 1978, №10, с.46.
2. Кляцкий В.И. Выбор аппроксимирующей функции кривых износа броней конусных дробилок. - Реферативный журнал 43. Горное и нефтепромышленное машиностроение, ВИНТИ, 1985, №1.
3. Шестаков А.М., Кляцкий В.И., Джур В.А. Влияние изменения профиля камеры дробления дробилки КМДТ-2200 на формирование дробленого продукта. Известия вузов, Горный журнал, 1984 №5, с.65.

М.Г. ПРИСТІНСЬКИЙ, ст. викладач, С.М. ПРИСТІНСЬКИЙ, асистент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОЦІЛЬНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ В МЕЖАХ МІСТА

Складна екологічна ситуація, створена завдяки викидам промислових гігантів і вихлопних газів автомобілів, змушує суспільство замислюватися про необхідність зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Ідея виробництва екологічно безпечних засобів пересування, які працюють на електричній енергії, далеко не нова. Перший електромобіль був створений ще в 1893 році, в багажнику якого розмістили батареї ємністю 200 А/годин, вагою понад 400 кг, їх потужність дозволяла розкрутити двигун до 1300 об/хв. Недостатньо розвинені технології дещо затримали серійний випуск електромобілів. Сучасні автомобілі все частіше оснащують електричним двигуном.

Електричні автомобілі, окрім екологічної, мають цілий ряд інших переваг. Вони позбавлені коробки передач, тому що в силу своїх технічних особливостей навіть на незначній швидкості електродвигуни постійно підтримують високий крутний момент. Ця особливість дозволяє в разі необхідності здійснювати будь-які маневри, пов'язані з різким прискоренням і гальмуванням. Завдяки спрощеній конструкції електричні автомобілі в порівнянні з традиційними, не вимагають регулярного і ретельного обслуговування, через відсутність ряду вузлів і агрегатів. Електромобіль не потребує багато масел, в них відсутня система охолодження, що здешевлює обслуговування і ремонт. Переваги електромобіля: 1. Відсутність шкідливих викидів; 2. Порівняльна надійність і довговічність двигуна при тривалій експлуатації; 3. Можливість зарядки акумуляторів від електричної мережі в нічний час. 4. Високий ККД, порівняно з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ); 5. Низький рівень шуму; 6. Можливість гальмування електродвигуном в режимі електромагнітного гальма. Однак елементи живлення електромобіля мають досить велику вагу і розміри. Програють традиційним автомобілям в швидкісних характеристиках. Мають малий запас заряду батарей, що обмежує запас ходу. Отже, актуально розглядати використання електромобілів в межах міста, тому що поїздки на далекі відстані без підзарядки неможливі, а спеціальні електричні заправки на трасах все ще відсутні. Недоліки електромобіля: 1. Акумулятори швидко виходять з ладу. 2. Акумулятори не володіють тією потужністю двигунів, яка властива звичайним автомобілям. 3. Дорожняча високоенергомістких акумуляторів через застосування дорогих металів. До того ж вони працюють при дуже високих температурах. 4. Велика втрата енергії акумуляторами при різких стартах і не постійних швидкостях. Проблема виробництва та утилізації акумуляторів, що містять отруйні елементи. 5. При поширенні електромобілів необхідно створення відповідної інфраструктури і підготовки кваліфікованого персоналу для їх обслуговування.

Завдяки досягненням науки і техніки недоліки вдається усунути. Сучасні батареї гарантують пробіг автомобіля до 200 тис. км., а це пробіг до капітального ремонту двигуна на 99% бензинових автомобілів. Сучасним електроавтомобілям присутня висока динаміка. Електрична тяга електромоторів не поступається ДВЗ. Завдяки сучасній промисловості вартість акумуляторів скорочується на 20...30 відсотків кожні 1...2 роки. Батареї li-ion 3-го покоління при пошкодженні не нагріваються вище 60 градусів, не горять і не вибухають, заряджаються від домашньої мережі, але для цього потрібно більше часу. Обслуговування електромобілів та сервіс надаються дилерами, які приймають в утилізацію і роблять знижку на нові батареї.

Бурхливий розвиток технологій, прискорять широке застосування електричного транспорту, тому що багато міст задихаються від смогу вихлопних газів. Міський громадський транспорт на електричній тязі, персональні електромобілі, мототехніка, це реальність, яка втілюється на наших очах. З вищесказаного можна зробити висновок, що в даний час є великі перспективи для широкого застосування електромобілів в якості міських таксі.

## ГЕНЕРАТИВНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

Безперервне ускладнення сучасних технічних засобів і процесів їх виготовлення, підвищуються вимоги до надійності і якості продукції, а також необхідність скорочення термінів підготовки виробництва, зниження трудомісткості і вартості інженерних робіт неминуче ведуть до широкого впровадження обчислювальної техніки в процесі створення нових виробів, а також нових методів проектування, таких як генеративне.

Генеративне моделювання - принципово нова технологія проектування. Заснована вона на застосуванні програмного забезпечення, здатного самостійно, без участі конструктора, генерувати тривимірні моделі, що відповідають заданим умовам. Фактично в системі «людина - машина» комп'ютеру передаються творчі функції, і він з ними відмінно справляється.[1]

При стандартному проектуванні користувач створює безліч концепцій, а потім оцінює і оптимізує одну чи декілька з них в залежності від своїх задач. Генеративне моделювання починається з постановки задач. Після цього програма автоматично створює параметри проектування, оптимальні для вирішення поставленого завдання. В цьому середовищі можна створювати безліч ітерацій розробок, визначаючи параметри, які підходять для вирішення найрізноманітніших завдань (наприклад, зменшення ваги). Форми, які створює програма, відрізняються органічністю і близькі до того, що ми бачимо в реальності.

Наразі, спеціалісти в сфері CAD-технологій виділяють чотири напрямки генеративного моделювання: 1. синтез форми; 2. оптимізація поверхонь і структури тривимірних решіток; 3. оптимізація топології (відповідно до зазначених параметрів забирається все зайве); 4. трабекулярні структури (генеративне моделювання точно масштабує і розподіляє крихітні пори в усіх твердих матеріалах, створює шорсткість поверхні).

Для машинобудування особливий інтерес представляє оптимізація топології - вона приносить миттєвий ефект у вигляді економії матеріалів і енергоресурсів, а також збільшення продуктивності. Така оптимізація дозволяє змінити стандартну геометрію на геометрію, спеціально адаптовану під певну технологію. І це може бути і традиційна технологія (наприклад, лиття), і адитивний процес.[2]

Спеціалізоване програмне забезпечення для генеративного моделювання відрізняється високою потужністю і може застосовуватися в різних галузях виробництва, в тому числі і машинобудування. У нього багато плюсів, але не менш перспективні і додатки, вбудовані в функціонал САПР. Такі рішення дозволять проектувальникам отримувати результати швидко і на якісно новому рівні, але залишаючись при цьому в своїй системі моделювання. Інструмент SOLIDWORKS Simulation Topology Study допомагає автоматично оптимізувати форму деталей за заданими критеріями: вазі, міцності, технології виготовлення. З огляду на накладені обмеження, можна оптимізувати характеристики виробу або знизити його масу.

Нова функція Topology Study, надає можливість вибрати метод виготовлення деталі - адитивний або субтрактивний.

Топологічна оптимізація дає найкращий за заданими умовами варіант, а такий варіант завжди цікавий і корисний розробнику - навіть за відсутності можливостей його реалізації. Якщо ідеалу досягти не можна, то можна хоча б до нього наблизитися, створюючи моделі під традиційні технології.

Таким чином, комп'ютерна оптимізація топології має в своєму арсеналі найрізноманітніші варіанти геометрії. Вона дозволяє знизити вагу виробів без погіршення характеристик міцності, оптимізувати витрати матеріалу, відповідно знижуючи вартість виробу. Однак, з врахуванням всіх перерахованих плюсів, особливу увагу треба приділити технологічності продукту.

### Список літератури

1. Полхович Д.Ю. «Генеративный дизайн: на пороге новой эпохи проектирования», [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/company/nanosoft/blog/345500/>
2. Чехович А.О.«Топологическая оптимизация геометрии изделия как путь повышения прибыльности предприятия», [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://blog.iqb-tech.ru/geometry-topology-optimization>

**ОРГАНІЗАЦІЯ НОРМАТИВНО-ДОВІДКОВОЇ БАЗИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні, підвищення якості та скорочення термінів розробки, освоєння виробництва нових виробів, забезпечення високої точності і стабільності процесів їх виготовлення знаходяться в прямій залежності від рівня застосування інноваційних технологій в технічну підготовку виробництва, удосконалення технологічного проектування і випуску продукції. Один з головних чинників ефективної діяльності сучасного промислового підприємства - якісне управління основними (довідковими), або майстер-даними. Результат централізованої і впорядкованої роботи з найважливішою для компанії інформацією (типові вироби, матеріали, технологічні довідники та ін.) - вивірені і актуальні довідкові дані для коректної роботи всіх служб і фахівців організації.

Компанія IT САПР працює над поліпшенням програмних продуктів і представляє на ринку нову MDM-систему для управління нормативно-довідковою інформацією промислового підприємства. Рішення IT САПР забезпечують автоматизацію всіх етапів і процесів конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, починаючи від створення варіантів компонування нового виробу і закінчуючи передачею документації у виробництво або зовнішньому замовнику. При цьому всі елементи КТПП, використовуючи централізовані кошти зберігання і обробки даних, органічно пов'язані в єдине інформаційне середовище проектування і підготовки виробництва.

Нова програмна платформа системи дозволяє не тільки використовувати довідники, що входять в базову комплектацію, а й створювати власні - для роботи з нормативно-довідковою та іншою інформацією. Система може використовуватися в якості самостійної платформи, а також інтегрується з іншими програмними продуктами (КОМПАС-3DV17, ЛОЦМАН:PLM 2017, ВЕРТИКАЛЬ 2017 і ін.) й іншими розробниками.

Характеристика нормативно-довідкової бази промислового підприємства: - призначена для централізованого зберігання та використання інформації про матеріали і сортамент в різних службах промислового підприємства, включає в себе понад 12000 найменувань, в числі яких вітчизняні та зарубіжні марки сплавів, сталей, лаків, пластмас, покриттів і інших матеріалів; - містить інформацію про різні стандартні і типові вироби, що включають в себе кріплення, деталі, арматуру, конструктивні елементи, профілі, підшипники та інші комплектуючі, загальна кількість - понад 1 400 000 позицій. Вироби представлені відповідно до вітчизняних та міжнародних стандартів; - забезпечує управління і доступ до різної технологічної інформації підприємства, включає в себе більше 70 спеціалізованих технологічних довідників; - має гнучкі можливості формування обмежувальних переліків довідкової номенклатури з урахуванням застосованості елементів для різних виробничих підрозділів або всього підприємства; - підтримка достовірної, актуальної, несуперечливої інформації, контроль коректності атрибутів, пошук дублюючої інформації і контроль цілісності даних.

Приклади організації нормативно-довідкової бази промислового підприємства: ІСЕКБ АТ «РНДІ Електростандарт», Бібліотека Елеатронних Компонентів, ТОВ «Опточіп», Довідник ostopart.com, Довідник parts.io, БД Ері ФГУП «МНІРІП», БД Ерімена ВАТ НВЦ «САПСАН».

Отже, нормативно-довідкова база промислового підприємства на базі MDM-системи - це рішення для швидкого використання широкого спектру нормативно-довідкової інформації із застосуванням єдиних інструментів, підходів і методів роботи, дозволить автоматизувати оформлення документації, використовувати технології паралельного проектування, уніфікувати проектні рішення і процеси проектування, повторно використовувати напрацьовані рішення, дані, вироби, замінювати натурні і макетні випробування математичним, функціональним, динамічним та іншими видами моделювання, підвищити якість управління в цілому, що якісно покращить роботу і продуктивність праці всього підприємства.

Таким чином, основні економічні результати виникають від інтеграції конструкторсько-технологічної підготовки виробництва з нормативно-довідковою системою підприємства на базі MDM.

**ЗАСТОСУВАННЯ CAD/CAM-СИСТЕМИ ARTCAM В ПРОМИСЛОВОМУ ДИЗАЙНІ**

Компаніям-виробникам сьогодні доводиться вдаватися до різних хитрощів, щоб витримати конкуренцію й гідно піднести свій продукт на споживчий ринок. Цікавий і якісний промисловий дизайн це – ефективний спосіб виділитися серед конкурентів і зацікавити споживача. Завданням промислового дизайну є вдосконалення екстер'єру, структурних і функціональних особливостей предметів, які спрямовані на раціональність і комфортність. Процес становлення дизайну є творчим процесом пошуку нових форм, масштабів, кольорової палітри, композиційних побудов. До предметів промислового дизайну можна віднести створення штамсів, побутові і промислові прилади, моделювання корпусів машин та устаткування, і навіть високотехнологічні і наукоємні вироби. До різновидів промислового дизайну відносяться популярні сьогодні автомобільний і транспортний дизайн.

Промисловий дизайн (промдизайн, предметний дизайн, індустріальний дизайн) - це область дизайну, метою якої є формоутворення промислових виробів, з урахуванням їх структурних, функціональних характеристик та ергономічності. Важливе місце в діяльності промислового дизайнера займають знаряддя праці і механізми, продукція верстатів та машинобудування, транспортні засоби та зброя. У промисловому дизайні найбільш повно застосовуються професійні навички і досвід дизайнера.

Професіонал, створює дизайн для промислового виробу, який мусить бути водночас і конструктором, і інженером-технологом. Адже, промисловий дизайн вимагає застосувати свою творчу уяву на те, щоб не порушити технологічний сенс кінцевого продукту.

Найперспективніший нині промисловий дизайн набув виду 3D-дизайн, який виділився з графічного дизайну як окремий напрям. Об'ємний дизайн тісно поєднаний з сферою мультимедіа, гравіюванням рельєфних поверхонь, створенням моделей дорожочинних прикрас, проектування матриць прес-форм та багато іншого.

На сьогоднішній день ArtCAM є провідним програмним забезпеченням для проектування об'ємних рельєфів і надає дизайнерам унікальні можливості по 3D-моделюванню та виготовленню високотехнологічних художніх виробів. Даний програмний продукт використовується на тисячах підприємств по всьому світу для виробництва широкого спектру виробів з елементами художнього оформлення: монет, ювелірних прикрас, вивісок, упаковки, предметів інтер'єру, музичних інструментів, театральних декорацій та навіть крижаних скульптур. Можливості програми обмежені лише силою творчої уяви дизайнера.

ArtCAM має декілька пакетів: ArtCAM Pro - це програмний пакет для просторового моделювання / механообробки, який дозволяє автоматично генерувати просторові моделі з плоского малюнка і отримувати по ним вироби на верстатах з ЧПК. ArtCAM Pro пропонує потужний, легкий у використанні набір засобів моделювання, який надає дизайнерові свободу при створенні складних просторових рельєфів. ArtCAM JewelSmith створений спеціально для розробки ювелірних виробів з метою підвищення продуктивності, поліпшення якості, поєднуючи вміння та ідеї конструктора з потужністю і точністю автоматизованого виробництва. Швидко створення складно профільних рельєфів за 2D ескізом, малюнком або фотографією. В ArtCAM JewelSmith також існує інструмент «інтерактивний скульптор», принцип його роботи нагадує ручну роботу скульптора, система автоматично створює барельєф з фотографії в профіль. Пакет включає в себе спеціальні інтелектуальні додатки, які допомагають у створенні різних елементів рельєфу. Система дозволяє змоделювати рельєф з різних елементів, вибраних з бази даних або створених самостійно, доповнити дизайн камінням і візуалізувати фотореалістичне зображення майбутнього виробу на екрані монітора. Delcam Designer значно розширює можливості дизайнера та дозволяє створювати складні 3D об'єкти з комбінації кривих, поверхонь або тіл, а потім поєднувати їх з рельєфами, створеними в ArtCAM, що надає можливість проектувати по-справжньому унікальні вироби.

Отже, промисловий дизайн це не тільки мистецтво поєднання дизайну з технологіями, а й маркетинговий інструмент, який дозволяє отримувати якісний продукт.

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІБРОСТІЙКОСТІ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ SOLID EDGE**

Одна з найголовніших задач у машинобудівному виробництві – досягнення необхідної якості виробів при найменших витратах, оскільки якість є основним критерієм, що визначає надійність і довговічність машин. Якість будь-якого виробу характеризується цілим рядом показників, серед яких першочерговим є точність складального вузла, безпосередньо залежить від точності розмірів, форми і взаємного положення поверхонь, складальних одиниць та деталей, що сполучаються.

На даний час на сучасному підприємстві є актуальним питанням забезпечення вібростійкості металорізальних верстатів з ЧПК. Розглядається методика аналізу вібрацій і модернізації системи верстата в САПР Solid Edge.

Для вирішення поставленої задачі була вибрана система Solid Edge. Вона поєднує в собі: високу функціональність, швидкодію, невимогливість до ресурсів. Solid Edge, є попередником САПР NX, оперує схожими модулями проектування та інженерного аналізу.

Основною вимогою до об'єкту дослідження є висока жорсткість і вібростійкість конструкції. Тільки досить жорсткий верстат може забезпечувати необхідну точність і якість оброблюваних поверхонь, а також безпосередньо продуктивність обробки. Вібрації верстата вносять значний вклад в зниження якості оброблюваної поверхні, знос інструменту і в надійність роботи верстата, так що до забезпечення вібростійкості слід підходити з підвищеною відповідальністю. Одним з аспектів вібростійкості є відсутність збігу власних і збуджуючих частот. Збуджуючі частоти визначаються джерелами вібрацій. В якості збуджуючих чинника виступає радіальне биття шпинделя. Власні частоти визначаються характеристиками маси і жорсткості окремих елементів конструкції верстата. Ці частоти зручно визначити шляхом побудови і дослідження кінцево-елементної моделі базової системи верстата.

Для зниження вібрацій необхідно:

Локалізувати джерела вібрацій, визначити їх частоти.

Визначити власні частоти верстата.

Порівняти власні і збуджуючі частоти.

При необхідності рознести власні і збуджуючі частоти, змінюючи для цього режими різання, технологічне оснащення або конструкцію верстата.

Для мінімізації тимчасових і економічних витрат замість створення прототипів базової системи обрано в якості об'єкту дослідження твердотільну модель базової конструкції верстата. Суть вирішення задачі полягає в попередній оцінці рівня вібрацій і його корекції засобами тривимірного моделювання і кінцево-елементного аналізу. Для вирішення цього завдання застосувалися інструменти Solid Edge:

Тривимірне моделювання

Симуляція, зокрема, модальний аналіз.

Безпосередньою метою роботи є налагодження базової системи верстата, від резонансних режимів різання, що позначиться на поліпшенні якості обробки.

Для побудови розрахункової схеми були побудовані деталі базової системи наприклад вертикально-фрезерного верстату, допоміжного і різального інструменту, а також заготовки. Далі було здійснено їх складання з урахуванням характеру з'єднань. Також було введено обмеження, що імітує установку станини на декількох опорах. Для розрахунку власних частот був використаний модальний аналіз. Для його проведення, зокрема, була побудована кінцево-елементна сітка. У результаті симуляцій отримані наступні значення власних частот і форм коливань: мода 1 – 45 Гц; мода 2 – 46 Гц; мода 3 – 96 Гц; мода 4 – 139 Гц. Одночасно були розраховані збуджуючі частоти. Щоб уникнути появи резонансних режимів було вирішено модернізувати конструкцію верстата. По формах коливань видно, що нижні власні частоти визначаються характеристиками стійки верстату. Тому було вирішено збільшити її жорсткість за рахунок введення в модель зовнішніх і внутрішніх ребер жорсткості і застосування задньої плити.

Отже, забезпечення вібростійкості металорізальних верстатів з ЧПК за допомогою засобів Solid Edge надасть можливість забезпечити критеріїв працездатності верстата.

## **АКТУАЛЬНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ПОЛІМЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Безперервне підвищення вимог до надійності й довговічності машин і механізмів потребують удосконалення матеріалів і технологічних процесів. Сучасне машинобудування ставить нові складні завдання перед фахівцями. Рішення яких забезпечується пошуком і використанням сучасних конструкційних матеріалів та постійним вдосконаленням технологічних процесів виготовлення деталей. Наразі, на рівні з металами все частіше застосовують нові сучасні полімерні конструктивні матеріали (ПКМ). Частка їх використання за останні роки значно збільшилась. Так сучасний автомобіль в своїй конструкції містить значну кількість деталей із полімерних матеріалів, авіаційна та космічна галузь вже тривалий час використовує новітні ПКМ для виготовлення складних конструкцій. Полімерні матеріали застосовують, також, для нанесення покриттів з метою відновлення зношених деталей.

Виробництво виробів з полімерів замість сталі або інших матеріалів – один з інноваційних секторів машинобудування, до якого зараз проявляють все більший інтерес. Використовувати полімери замість металів у ряді випадків доцільніше тому, що вони у порівнянні з традиційними матеріалами мають цілий ряд переваг: вироби більш зносостійкі, довговічні, еластичні, стійкі до різного характеру механічних і хімічних впливів, мають меншу вагу. Використання ПКМ дозволяє у багатьох випадках уникнути складних технологічних процесів при відновленні деталей, таких, як зварювання, наплавлення, гальванічні покриття та ін.

В зв'язку зі значним збільшенням номенклатури виробів із полімерних матеріалів постає питання визначення їх ресурсних можливостей, які в першу чергу обумовлені поведінкою деталей у полі термо-механічних сил. Властивості полімерних матеріалів і металів істотно розрізняються. Полімери мають відмінний від металів характер руйнування. Механічні властивості полімерних конструкційних матеріалів необхідно оцінювати разом стандартних і спеціальних характеристик.

В цьому напрямку розроблена значна кількість вітчизняних стандартів. Однак існуючі стандарти і методики не дозволяють в повній мірі визначити весь діапазон характеристик сучасних полімерних конструкційних матеріалів, необхідних при проектуванні виробів, а стандартні випробування ПКМ, відповідно до деяких застарілих стандартів, є некоректними. Тому, на наш погляд, розвиток методів випробувань для визначення термо-механічних і експлуатаційних властивостей, отримання достовірних експериментальних даних про характеристики матеріалу у вихідному стані та зміни їх в процесі тривалої експлуатації, розробка нових способів оброблення експериментальних даних з метою підвищення достовірності результатів, зниження вартості і термінів випробувань, а також розвиток методики розрахунку несучої здатності конструкцій із ПКМ на основі оптимізації техніко-економічних показників та експериментально перевірених властивостей матеріалів є актуальним і необхідним. Це дозволить забезпечити встановлення більш точних ресурсних можливостей деталей із ПКМ та знизити експлуатаційні затрати.

З цією метою необхідно:

провести аналіз статистичних даних для визначення характеру навантаженості деталей із ПКМ в процесі експлуатації;

провести аналіз світового досвіду у вирішенні питання визначення ресурсних можливостей деталей із ПКМ;

на основі проведеного аналізу провести розробку та вдосконалення методологічної бази по розрахунку довговічності деталей із ПКМ з урахуванням особливостей експлуатації;

наповнити експериментальну базу термо-механічними властивостями сучасних ПКМ для подальшого використання при розрахунках ресурсних можливостей деталей;

формування рекомендацій по вибору технологічного процесу виготовлення деталей із ПКМ та їх вплив на довговічність.



Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, проф., Р.М. БОБОШКО, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ШАХТНИХ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ МАШИН З БІЧНИМ ЗАХВАТОМ ГІРНИЧОЇ МАСИ

Використання в забоях сучасного самохідного обладнання поступово змінює вигляд підземних рудників. Замість традиційної електровозної відкатки на добувних горизонтах використовуються безрейкові засоби навантаження і транспортування гірничої маси. Широко запроваджуються комбіновані навантажувально-транспортні машини. Проте, не втратила свого значення і суто навантажувальна техніка, зокрема на прохідницьких роботах і в умовах, коли відстань доставки породи перевищує 500 м. Тоді її економічно вигідніше використовувати разом із автосамоскидами чи самохідними вагонами [1-2].

Поряд із іншими конструктивними типами підземних навантажувальних машин, на прохідницьких і очисних роботах застосовують навантажувальні машини безупинної дії з парними нагортальними лапами бічного захвату гірничої маси. Вони особливо незамінні при відпрацюванні низьких та вузьких очисних забоїв з досить великою довжиною транспортування руди та при проходці протяжних штреків [1-3]. Навантажувальні машини з нагортальними лапами мають високі експлуатаційні якості та відрізняються ремонтпридатністю. Разом із тим, вони складні за конструкцією, мають значну енергоємність, характеризуються великими динамічними навантаженнями в механізмах та інтенсивним зношенням тертьових частин. Тому забезпечення високого рівня надійності такої техніки під час її створення та виготовлення, організація її правильної експлуатації та своєчасного технічного обслуговування і ремонту є обов'язковими умовами її ефективної роботи. Для вирішення цих задач необхідні додаткові дослідження, спрямовані на відшукування оптимальних режимів роботи та раціональних параметрів такої техніки. З огляду на це актуальність теми дослідження не викликає жодних сумнівів.

Різні типи робочих органів навантажувальних машин та траєкторій їхніх рухів, різні принципи взаємодії зі штабелем гірничої маси, безумовно, стають причиною різних опорів штабелю, а, значить, і різних витрат енергії на навантаження гірничої маси. Порівняння двох принципів роботи навантажувальних органів (з лобовим впровадженням робочого органу в штабель та з бічним захватом гірничої маси) показує, що бічне нагортання раціональніше, чим лобове впровадження. Навантажувальні машини, що працюють за принципом лобового впровадження робочого органу, сприймають під час роботи більш значні динамічні навантаження, а часті від'їзди машини від забою для розгону знижують її продуктивність. Крім того, під час впровадження ківшу в штабель реакція останнього не сприяє наповненню ківшу, у той час як при нагортанні реакція штабелю наближає машину до нього. Таким чином, нагортальний робочий орган може бути значно ефективнішим в порівнянні з ковшовим, особливо при важких крупношматкових скельних породах [1].

Метою дослідження є вибір раціональних параметрів робочих органів шахтних навантажувальних машин з бічним захватом гірничої маси, які забезпечують високу ефективність процесу завантаження. Для її досягнення необхідно вирішити наступні задачі: вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень; дослідити особливості робочого процесу захвату гірничої маси нагортальними лапами; дослідити характер та величини навантажень на механізми приводів навантажувальних машин з нагортальними лапами; здійснити аналіз можливих шляхів удосконалення конструкції та експлуатаційних можливостей навантажувальних машин з нагортальними лапами; запропонувати раціональні параметри робочих органів типу «парні нагортальні лапи»; розробити рекомендації щодо удосконалення подібної техніки.

#### Список літератури

1. **Громадський А.С.** Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд / **А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов** // Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. – 528 с.
2. **Каварма И.И.** Средства механизации рудных шахт: Справочник / **И.И. Каварма, А.В. Дидок** // К.: Техніка, 1989. – 176 с.
3. **Музгин С.С.** Погрузка руды самоходными машинами / **С.С. Музгин** // Алма-Ата: Наука, 1978. – 223 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, проф., В.Ю. ЖУРАВСЬКИЙ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ОБЛАДНАННЯ КОМБІНОВАНИХ СХЕМ ТРАНСПОРТУ В ЦИКЛІЧНО-ПОТОКОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ

Подальший розвиток відкритої розробки руд чорних та кольорових металів можливий лише на основі будівництва та експлуатації потужних, висококомеханізованих кар'єрів з використанням поточкових технологій транспорту гірничої маси та відповідного високопродуктивного транспортного обладнання безупинної дії. Суттєві переваги перед циклічними технологіями мають також циклічно-поточкові з використанням різних комбінованих схем транспорту. В них на окремих дільницях однієї транспортної траси застосовуються різні види транспорту. Ефективність використання таких схем обумовлюється тим, що для кожного виду транспорту є певна раціональна область його застосування, і комбінований транспорт як раз і дає можливість задіяти на відповідних ланках транспортного ланцюга ті види транспорту, які найбільш ефективні саме на цих ланках [1].

Зазвичай комбінований транспорт складається з наступних ланок: внутрішньокар'єрний транспорт, підйом з кар'єру і транспорт на поверхні. Принципово можливо поєднання будь-яких відомих видів транспорту, проте на вітчизняних кар'єрах найбільше розповсюдження отримали схеми, в яких на внутрішньокар'єрних трасах використовується автомобільний транспорт, а для підйому гірничої маси з кар'єру – конвеєрний [2]. Застосування стрічкових конвеєрів створює передумови для переходу до повністю поточкового транспорту руди від екскаваторного забою до поверхні. Успіх впровадження комбінованих схем транспорту на відкритих розробках визначається раціональним узгодженням прийнятих схем комбінованого транспорту і обладнання для них з характеристиками вантажопотоку, що залежать від властивостей гірничої маси. Тому актуальність дослідження механічного обладнання для циклічно-поточкових технологій транспорту при відкритій розробці скельних порід і руд не викликає жодних сумнівів.

Сутність поточної технології гірничих робіт на родовищах зі скельними рудами і породами полягає у створенні безперервного високопродуктивного потоку гірничої маси, послідовному виконанні виробничих процесів та операцій, що здійснюються комплексом вантажно-транспортних машин, розташованих по ходу технологічних процесів завантаження, транспортування і відвалоутворення гірничої маси, а також залежних і регламентованих за часом і продуктивністю. Основними принципами поточної технології гірничих робіт є послідовність і повторюваність процесів і операцій, а також безперервність і ритмічність. Переміщення гірничої маси комплексом машин безперервної дії здійснюється з передачею її від однієї машини до іншої з підтриманням постійного ритму і режиму роботи [1-3].

Метою дослідження є обґрунтування основних вимог до обладнання комбінованих схем транспорту в циклічно-поточкових технологіях відкритої розробки скельних руд і порід. Для її досягнення необхідно вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень, проаналізувати переваги і принципи поточкових технологій, особливості їхнього використання в гірничій промисловості, існуючі схеми та механічне обладнання схем комбінованого кар'єрного транспорту, особливості робочого процесу взаємодії та характеру впливу скельного крупношматкового вантажопотоку на елементи конструкції стрічкового конвеєра, раціональні області використання конвеєрів різних типів для скельної гірничої маси на відкритих розробках, оцінити ергономічні вимоги до лінійної частини потужних стрічкових конвеєрів та перспективи використання нових типів механізованого обладнання в комбінованих схемах транспорту руди.

### Список літератури

1. **Громадський А.С.** Проектування, формування та використання комплексів гірничорудного механізованого обладнання / **А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов** // Кривий Ріг: Вид. центр ДВНЗ «КНУ», 2017. – 229 с.
2. **Гончаревич И.Ф.** Транспортные машины и комплексы непрерывного действия для скальных грузов / **И.Ф. Гончаревич, В.А. Дьяков** // М.: Недра, 1989. – 332 с.
3. **Гончаревич И.Ф.** Вибротехника в горном производстве / **И.Ф. Гончаревич** // М.: Недра, 1992. – 319 с

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, проф., К.В. КОБРИНЯ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ

Підвищення ефективності процесів попереднього збагачення руди (рудопідготовки) - один з головних напрямків розвитку технологічних процесів в гірничій справі, тому що ці процеси є найбільш енергоємними та дорогими. Капітальні та експлуатаційні витрати на них можуть сягати 70% загальних витрат на збагачення. Сформовані в галузі технології видобутку і первинної переробки залізних руд були спрямовані, в першу чергу, на масовий видобуток з мінімальним припустимим рівнем якості. В результаті якість руди не відповідає зростаючим вимогам ринку. Це викликає необхідність реконструкції гірничопереробного виробництва з метою підвищення якості продукції до сучасного світового рівня [1].

Зростаючі потреби народного господарства в якісній мінеральній сировині можуть бути забезпечені в результаті раціонального використання розроблювальних запасів: різкого скорочення втрат на всіх стадіях видобутку і переробки, підвищення рівня вилучення корисних компонентів із сировини, підвищення якості товарної продукції. Збільшення обсягів видобутку бідних та збіднених корисних копалин приводить до росту обсягів мінеральних відходів, а також площ для їхнього складування. На складування і видалення відходів, що забруднюють середовище, витрачаються значні кошти - більше 8% вартості основної продукції.

Таким чином, вимоги металургії до вмісту заліза в товарній руді безупинно зростають. Це пояснюється тим, що видалення порожньої породи з руди в процесі рудопідготовки обходиться значно дешевше, ніж при металургійному переділі [1-2]. З огляду на це реконструкція існуючих технологічних схем переробки руди шляхом створення та впровадження обладнання для попереднього збагачення залізної руди є важливим і актуальним науково-практичним завданням.

Переробка збагаченої сировини дозволяє скоротити втрати корисних складових, зменшити кількість матеріалів, що потребують переробки, а, значить, і її вартість, підвищити якість готової продукції, знизити витрати на перевезення сировини та промпродуктів, підвищити ефективність наступного металургійного, хімічного та інших переділів. Це доводить необхідність попереднього збагачення руди в процесі рудопідготовки на дробильно-сортувальній фабриці.

Останнім часом у збагаченні поширюється використання процесів попереднього збагачення (рудопідготовки), у тому числі – радіометричної сепарації. Існує нагальна необхідність подальших досліджень процесу рудопереробки з метою встановлення залежності масової частки металу в товарній руді від фракційного складу рудопотоку та основних параметрів технологічної схеми дроблення і сортування для обґрунтування раціональних параметрів та конструкції рудосортувального комплексу, який би забезпечував підвищення якості руди на ДСФ залізородних шахт [1-3].

Метою дослідження є обґрунтування параметрів та розробка обладнання для попереднього збагачення залізної руди в рухомому рудопотоці. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати технологічні аспекти збагачення рудної сировини, способи, режими і обладнання радіометричної сепарації; дослідити можливі шляхи попереднього підвищення якості руди в рухомому рудопотоці; оцінити можливості керування якістю залізної руди; обґрунтувати параметри засобів радіометричного контролю та виділення некондиційних включень з потоку руди; обґрунтувати параметри і запропонувати конструктивні рішення машин рудосортувального комплексу. Вирішення цих питань забезпечить можливість суттєвим чином вплинути на якість рудопотоку, що поступає на збагачувальні фабрики галузі.

### Список літератури

1. **Громадський А.С.** Машини основних процесів переробки руд / **А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов** // Кривий Ріг: Вид. центр ДВНЗ «КНУ», 2011. – 282 с.
2. **Класс И.И.** Радиометрическое обогащение руд / **И.И. Класс.** - М.: Энергия, 1986.
3. Исследование характеристик рудопотока для создания экологически чистых ресурсосберегающих технологий подземной добычи руд: Отчет о НИИ. – Кривой Рог, КГРИ, 1991.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, проф., О.Г. МАЦАК, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДЗЕМНИХ МЕХАНІЗОВАНИХ БУНКЕРІВ

В гірничодобувній промисловості акумуляційні ємності (бункери і склади) широко використовуються для узгодження режимів роботи різних виробничих ланок, тимчасового зберігання корисних копалин, породи і матеріалів, згладжування нерівномірності вантажопотоків та інших технологічних цілей. Такі ємності влаштовують як на поверхні шахт і рудників, так і під землею, що ставить до їхнього виконання різноманітні експлуатаційно-технічні вимоги і обумовлює велику кількість існуючих типів та конструкцій [1]. Постійно зростаюча роль акумуляційних ємностей викликає необхідність в їхній систематизації для забезпечення можливості обгрунтованого вибору найкращих конструктивних рішень, схем і засобів механізації ємностей при проектуванні гірничих підприємств.

Найбільш досконалим типом акумуляційних ємностей є механізовані бункери. В порівнянні зі звичайними конструкціями гірничих бункерів вони можуть акумулювати значні обсяги вантажу при невеликих (2,5-3,0 м) перепадах висот між точками завантаження і розвантаження матеріалу; їх можна неодноразово переставляти з одного місця роботи на інше в міру посування очисного фронту; установка механізованих бункерів не викликає значного додаткового обсягу гірничих робіт; вони в меншому ступені подрібнюють матеріал; примусове розвантаження останнього виключає утворення зависань і склепінь у випускних отворах, що підвищує надійність таких конструкцій в експлуатації [2]. Накопичено певний досвід створення та експлуатації підземних бункерів на вітчизняних та закордонних шахтах, в першу чергу вугільних. Проте необхідність подальших досліджень з метою розробки нових та удосконалення існуючих конструкцій механізованих бункерів не викликає жодних сумнівів.

Аналіз джерел науково-технічної літератури показує, що підземні механізовані бункери мають відповідати наступним вимогам: надійність завантаження і розвантаження; відсутність залипання вантажу; достатня ємність; мінімум здрібнювання вантажу. Структуру конструкції підземного механізованого бункера визначають три основних елементи: борти, днище і привод. Різні випадки взаємодії бортів і днища з матеріалом в бункері можуть лежати в основі класифікації підземних бункерів. Застосування підземних механізованих бункерів забезпечує суттєві переваги в порівнянні зі звичайними гірничими бункерами [1-3].

Метою дослідження є вибір раціональних параметрів механізованих бункерів підземних гірничодобувних підприємств. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати переваги та конструктивні особливості акумуляційних ємностей для накопичення та зберігання гірничої маси, зокрема підземних механізованих бункерів; оцінити раціональні параметри існуючих механізованих бункерів з донним конвеєром; дослідити основні закономірності переміщення та розвантаження насипних вантажів донним конвеєром; дослідити та обгрунтувати раціональні параметри підземних бункерів зі скребковим та пластинчастим конвеєром; дослідити конструктивні та експлуатаційні особливості механізованих бункерів з рухомими бортами і нерухомим днищем; проаналізувати та обгрунтувати галузі технічної та економічної доцільності застосування механізованих бункерів в системах підземного транспорту. Рішення цих питань сприятиме розширенню використання підземних механізованих бункерів.

### Список літератури

1. Біліченко М.Я. Транспорт на гірничих підприємствах: Підручник для вузів / М.Я. Біліченко, Г.Г. Півняк, О.О. Ренгевич, В.І. Тарасов, А.М. Варшавський, О.В. Денищенко, Ю.М. Зражевський, О.С. Пригунов, В.С. Троцило, Ю.М. Шендерович // Дніпропетровськ, НГУ, 2005. – 646 с.
2. Мерцалов Р.В. Технологические функции подземных механизированных бункеров / Р.В. Мерцалов, А.Ф. Орлов, Г.Н. Слепов // Шахтный и карьерный транспорт, выпуск 4 /// М.: Недра, 1978, с. 144-150.
3. Подземный транспорт шахт и рудников: (Справочник) / Под. ред. Г..Я. Пейсаховича и И.П. Романова // М.: Недра, 1985. – 565 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ПІДБУНКЕРНОГО  
ВІБРОЖИВИЛЬНИКА**

Технологічний процес збагачення корисних копалин складається з окремих, послідовно виконуваних операцій обробки копалин у різноманітних збагачувальних машинах та апаратах. Вихідний матеріал і продукти збагачення переміщуються від одних машин (апаратів) до інших, з одного цеху (відділення) в інший транспортними пристроями. З їхньою допомогою також доставляються матеріали із сировинних баз на збагачувальне підприємство та відправляються готові продукти збагачення споживачам [1].

Робота транспортних пристроїв неможлива без такого допоміжного устаткування, як різноманітні бункери і затвори, завантажувальні та перевантажувальні пристрої (живильники). Від їх злагодженої та ефективної роботи багато в чому залежить ритмічність і продуктивність збагачувального підприємства в цілому та окремих технологічних установок зокрема. Головною ланкою вузлів випуску сипких матеріалів з бункерів та завантаження стрічкових конвеєрів є живильники, найбільш досконалими конструкціями яких, на наш погляд, є вібраційні. Вібраційна техніка і технологія забезпечують докорінне удосконалення традиційних технологічних процесів, в тому числі в гірничій справі. Вони мають низку суттєвих переваг в порівнянні з іншими конструкціями [2-3]. З огляду на це, дослідження раціональних параметрів з метою удосконалення конструкції підвісного підбункерного віброживильника представляється вельми важливою науково-практичною задачею, а її актуальність не викликає жодних сумнівів.

Розглянутий в роботі вібраційний підвісний підбункерний живильник стрічкового конвеєра, що одночасно виконує роль затвора, відрізняється простою, але ефективною конструкцією. Живильник компактний, має невелику масу, надійний в експлуатації і забезпечує високі показники призначення та надійності. Основним недоліком базової конструкції віброживильника є його привод. Одновальний дебалансний вібратор забезпечує кругову траєкторію коливань робочого органу вібромашини (у вертикальній площині, яка співпадає з його поздовжньою віссю). Такий режим коливань припустимий лише тоді, якщо робочий орган має значний нахил (не менше  $20^\circ$ ) у бік розвантаження. За таких умов навіть при кругових коливаннях процес випуску матеріалу з ємності під дією сил тяжіння буде протікати задовільно. Але підвищення кута нахилу віброживильника потребує досить значних вертикальних габаритів для його розміщення над конвеєром, що не завжди можливо в стиснених умовах підбункерних конвеєрних галерей. З огляду на це, базовий вібропривод потребує певного удосконалення, в першу чергу, за рахунок забезпечення спрямованих коливань робочого органу живильника з можливістю регулювання цього напрямку.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати умови експлуатації та існуючі конструкції допоміжного транспортного обладнання гірничо-переробних підприємств; здійснити критичний аналіз базової конструкції підвісного підбункерного вібраційного живильника; запропонувати можливі шляхи удосконалення його конструкції; проаналізувати фактори, що визначають режим вібраційного переміщення сипких матеріалів; дослідити вплив різних факторів на процес вібраційного транспортування; обґрунтувати та запропонувати удосконалену конструкцію підвісного віброживильника; розрахувати раціональні конструктивні і робочі параметри пропонованої конструкції, розробити правила експлуатації та основні етапи процесу ремонту установки; обґрунтувати можливі шляхи подальшого удосконалення конструкції віброживильника.

*Список літератури*

1. Громадський А.С. Машини допоміжних процесів переробки руд / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов // Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2011. – 264 с.
2. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич // М.: Недра, 1992. – 319 с.
3. Спываковский А.О. Вибрационные конвейеры, питатели и вспомогательные устройства / А.О. Спываковский, И.Ф. Гончаревич // М.: Машиностроение, 1972. – 388 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, к. т. н., доц., С.В. ВЕЛИКИЙ, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІБРАЦІЙНОГО ОГРУДКУВАННЯ ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ

Головним процесом доведення отриманих в результаті збагачення залізних концентратів та багатих руд до металургійного переділу (забезпечення потрібних параметрів вологості та гранулометричного складу) залишається агломераційний, який дуже широко використовується у світовій практиці. Але він підходить не для усіх типів руд. Наприклад, найпоширенішим типом магнетитових руд є магнетитові кварцити, які характеризуються здебільшого дуже малими розмірами рудних зерняток. Тому для одержання рудних концентратів із вмістом заліза 64-65% і вище технологічні схеми збагачення тонко вкраплених магнетитових кварцитів передбачають глибоке подрібнення руди (до 0,074 мм, а у ряді випадків до 0,05 мм). Такий концентрат через його дуже погану газопроникність не підходить для агломераційного процесу. Однак здатність тонкоподрібнених концентратів при вільному обкочуванні налипати на початкове ядро і порівняно легко утворювати кулясті грудки (окатиші), які пізніше можна зміцнити за допомогою тих чи інших технологічних процесів (окисного випалу чи безвипалювальних), стала передумовою виникнення і розвитку такого порівняно нового процесу рудопідготовки, як огрудкування концентратів [1-2].

Основним недоліком огрудкувального процесу є недостатня міцність сирих окатишів. Транспортування їх від огрудкувальної машини до випалювальної супроводжується численними перевантаженнями, падінням зі значної висоти і, як наслідок цього, руйнуванням гранул і утворенням значної частки дріб'язку в потоці, який доводиться повертати на повторний процес огрудкування. З огляду на це, завдання зміцнення сирих окатишів і зниження втрат продукції досить актуальне. Потребують уваги також і питання розробки огрудкувального обладнання нових типів. Тому тема дослідження представляється вельми важливою і актуальною.

Аналіз науково-технічної інформації показує, що сирі окатиші повинні мати достатню міцність, аби витримати транспортування до випалювального агрегату і завантаження в нього без руйнування і деформацій, мати певний гранулометричний склад і термостійкість. Для підвищення міцності сирих окатишів необхідно знижувати їхні показники пористості і вологості, а найбільш оптимальним процесом для зміцнення поверхневого шару окатишів представляється вібраційна обробка, під час якої вони будуть піддаватися численним ударним впливам по усій поверхні. Такий поверхневий наклеп створить захисну кірку, що буде сприймати зовнішні навантаження і значно підвищить міцність виробу [3].

Метою дослідження є обґрунтування раціональних параметрів та розробка технічного рішення пристрою для вібраційного виробництва та зміцнення окатишів. Для її досягнення необхідно проаналізувати існуюче технологічне обладнання для огрудкування продуктів збагачення, насамперед з точки зору забезпечення вимог до якості сирих окатишів; дослідити можливі шляхи її підвищення; розглянути можливість використання для цього процесу вібраційного поверхневого зміцнення матеріалів; з'ясувати вплив вібрацій на пористість, вологість та міцність сирих окатишів; обґрунтувати раціональний режим вібрацій і параметри обладнання для вібраційного утворення і зміцнення гранул; розробити рекомендації щодо практичного використання результатів дослідження.

Рішення цих задач забезпечить отримання високих якісних показників продукції огрудкувального підприємства.

### Список літератури

1. Громадський А.С. Машини допоміжних процесів переробки руд / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов // Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2011. – 264 с.
2. Бережний М.М. Збагачення та окускування сировини / М.М. Бережний, В.П. Мовчан // Кривий Ріг: 2000, - 365 с.
3. Каварма И.И. Повышение качества сырых окатышей виброупрочнением / В кн.: Разработка рудных месторождений, вып. 74 // И.И. Каварма, И.В. Кулик /// Кривой Рог: 2001, с. 128-131.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, к. т. н., доц., В.В. КРАВЧЕНКО, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗАГЛИБЛЕНОГО ВІБРОЖИВИЛЬНИКА

Підвищення ефективності процесів видобутку корисних копалин підземним способом можна досягти лише за рахунок технічного переозброєння підприємств і впровадження потокових технологій, що забезпечують стабільність випуску продукції, високу продуктивність і найкращі техніко-економічні показники. Переваги потокової технології очисного виймання найбільш повно реалізуються при використанні високопродуктивних машин безперервної дії на базі вібраційної техніки та стрічкових конвеєрів спеціальних конструкцій. Застосування вібраційних живильників і доставкових конвеєрів дозволяє збільшити продуктивність праці на випуску і доставці та знизити обсяг підготовчо-нарізних робіт [1-4]. Однак, незважаючи на настільки значний ріст цих показників, використання окремих машин, як правило, не приводить до підвищення загальної ефективності очисного виймання, рішення завдань потокового виробництва. Це пов'язано із тим, що ресурси стаціонарного транспортного устаткування, до якого відносяться вібраційні живильники і доставкові конвеєри, використовуються далеко не повною мірою через обмеженість запасів і неможливість повторного використання машин.

З огляду на це, тема дослідження представляється вельми важливою та актуальною. Його метою є удосконалення конструкції заглибленого віброживильника для підвищення його продуктивності. Об'єкт удосконалення - живильник шахтний вібраційний ПШВ-6 розробки інституту «КриворіжНДПрудмаш», який призначений для випуску гірничої маси з очисних блоків, доставки і навантаження її в засоби транспортування на підземних рудниках чорної та кольорової металургії. Живильник може бути використаний також для випуску насипних матеріалів з будь-яких інших ємностей, наприклад бункерів, і навантаження транспортних засобів (конвеєрів, вагонів тощо). Конструкція живильника відрізняється високим технічним рівнем і дозволяє комплексно вирішувати ряд питань підземної технології видобутку руди, а саме: випуск гірничої маси; доставку її від випускного отвору до засобів відкатки; навантаження гірничої маси у засоби відкатки. Крім того, живильник виконує функції керованого затвору випускного отвору. Аналіз недоліків конструкції показує, що основним є нераціональний напрямок дії змушеного зусилля вібраційного приводу живильника та неможливість його керування. Удосконалення базової машини має відбуватися шляхом ліквідації цього недоліку.

Для досягнення цієї мети потрібно проаналізувати стан і перспективи розвитку технологічних процесів підземного видобутку і транспортування міцних руд, дослідити динамічні процеси взаємодії заглибленої вібромашини з гірничою масою, що випускається з блоку, розглянути конструкційні та технологічні аспекти розробки заглибленого вібраційного живильника, сформулювати рекомендації щодо створення та промислового використання такої техніки, оцінити економічну ефективність виконаних досліджень, запропонувати та розробити технічне рішення удосконаленої конструкції заглибленого віброживильника.

Вирішення цих питань дозволить отримати високоефективну та надійну вібраційну машину для роботи у важких умовах підземного очисного виймання міцних руд.

### Список літератури

1. Громадський А.С. Проекування, формування та використання комплексів гірничорудного механізованого обладнання / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов // Кривий Ріг: Вид. центр ДВНЗ «КНУ», 2017. – 229 с.
2. Каварма И.И. Состояние и перспективы развития горного транспорта для подземной разработки рудных месторождений / И.И. Каварма, А.М. Кальницкий, Ю.Г. Горбачев, В.Ф. Кондратенко // Обзорная информация, серия 2, Горное оборудование, выпуск 4 // М.: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1991, 40 с.
3. Вибрационные машины для выпуска и доставки руды / В.Н. Потураев, В.И. Дырда, О.К. Авдеев, И.К. Поддубный, В.П. Надутый, Н.Г. Кравченко, В.Н. Платонов, В.И. Финогеев // К.: Наукова думка, 1981, 152 с.
4. Учитель А.Д. Вибрационный выпуск горной массы / А.Д. Учитель, В.В. Гушин // М.: Недра, 1981, 232 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, к. т. н., доц., М.О. САЛОГУБ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕСУВНОГО ЗАБІЙНОГО СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Ефективність промислового застосування стрічкових конвеєрів в значній мірі залежить від довговічності конвеєрних стрічок та надійності вузлів установок в складних умовах гірничодобувних і гірничопереробних виробництв. Для підтримки стрічкових конвеєрів у працездатному стані щорічно витрачаються величезні кошти на заміну роликкоопор, що вийшли з ладу, зношеної конвеєрної стрічки, причому, крім витрат на їхнє придбання, слід також враховувати витрати ручної праці по їхній заміні [1-3].

В останній чверті минулого сторіччя з'явилася досить стійка тенденція заміни конвеєрів з роликками на конвеєри з безроликковими поставами. Такі конструкції (з металевою опорною ковзанкою без змащення та зі змащенням у площині контакту зі стрічкою, на повітряній подушці, а також різні комбіновані варіанти) мають численні переваги в порівнянні з роликковими конвеєрами. При застосуванні конвеєрного постава з опорами ковзання зменшуються витрати як на підтримку поставу в робочому стані, так і на придбання стрічки за рахунок збільшення її довговічності. Слід відзначити і недоліки, властиві таким установкам: підвищену складність, обумовлену застосуванням не дуже надійної системи примусової подачі змащувальної рідини, високий коефіцієнт опору (0,5-0,8) при відсутності змащення та необхідність, внаслідок цього, збільшення потужності приводу. Тому найбільш доцільним вважається використання в якості опорних елементів вантажонесучої (а в деяких випадках і холостої) гілки стрічки різноманітних антифрикційних матеріалів. Таким чином, дослідження та розробка нових високоякісних матеріалів опор ковзання та створення високоефективних конструкцій стрічкових конвеєрів з такими опорами є дуже важливою науково-інженерною проблемою. З огляду на це її актуальність не викликає жодних сумнівів.

Досконалість конструкцій стрічкових конвеєрів з опорами ковзання в першу чергу залежить від якості антифрикційних матеріалів, з яких виготовлені ці опори. Вони повинні мати низький коефіцієнт тертя ковзання, низьке масове зношення, високі ударну та згинальну міцності, стійкість при робочій температурі не нижче 50-60°C, негорючість чи важкозаймистість, низькі показники водопоглинання, відносно невисоку вартість. Порівняльний аналіз існуючих антифрикційних матеріалів дає можливість рекомендувати найбільш раціональні з них для використання як на робочій гілці конвеєра, так і на холостій [4]. Важливими питаннями є вибір та обґрунтування конструкцій опор ковзання, способів їхнього кріплення до поставу конвеєра, оцінка доцільності використання змащувально-охолоджувального середовища для підтримки і ковзання стрічки тощо. Метою дослідження є розробка технічного рішення пересувного забійного стрічкового конвеєра з високоефективними опорами ковзання. Для її досягнення необхідно здійснити аналіз відомих конструкцій стрічкових конвеєрів, існуючих досліджень та розробок стосовно обґрунтування та вибору матеріалів для опор ковзання, запропонувати найбільш раціональні варіанти такого технічного рішення, вибрати та обґрунтувати ефективні форми поперечного перетину опор ковзання та конструктивні елементи поставу конвеєра, запропонувати технічне рішення пересувного забійного стрічкового конвеєра з опорами ковзання.

### Список літератури

1. Біліченко М.Я. Транспорт на гірничих підприємствах: Підручник для вузів / М.Я. Біліченко, Г.Г. Півняк, О.О. Ренгевич, В.І. Тарасов, А.М. Варшавський, О.В. Денищенко, Ю.М. Зражевський, О.С. Пригунов, В.С. Троцило, Ю.М. Шендерович // Дніпропетровськ, НГУ, 2005. – 646 с.
2. Дьяков В.А. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков, Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев, И.В. Запенин, Ю.С. Пухов, Е.Е. Шешко // М.: Недра, 1982. – 349 с.
3. Шахмейстер Л.Г. Подземные конвейерные установки / Л.Г. Шахмейстер, Г.И. Солод // М.: Недра, 1976.
4. Парховник Р.Б. Выбор материала опор скольжения забойного ленточного конвейера / Р.Б. Парховник, Ю.Г. Горбачев, А.Г. Сыч // Шахтный и карьерный транспорт, вып. № 11 // М.: Недра, 1990, с. 166-169.



Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, к. т. н., доц., О.О. ТКАЧЕНКО, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ДРОБЛЕННЯ І РОЗРОБКА ВИХІДНИХ ВИМОГ ДО КОНСТРУКЦІЇ ВІБРАЦІЙНОЇ ЩОКОВОЇ ДРОБАРКИ

Підготовка гірничої маси до збагачення потребує операцій дроблення та подрібнення породи, які вимагають використання складного і металоемного обладнання та значних витрат енергії. Альтернативою традиційним типам дробильно-розмельного устаткування можуть бути вібраційні дробарки і млини [1]. Вібраційні технологія і техніка базуються на принципах високочастотних періодичних рухів. Періодичний характер руху робочих органів вібраційних машин дає низку переваг в порівнянні з машинами традиційних типів. Вібраційне дробильно-подрібнювальне обладнання представляє собою порівняно новий, прогресивний напрямок розвитку вібраційної техніки. Особливістю таких установок є як принципова будова, так і режим роботи. Це механічні системи з неповними зв'язками, тому закономірності рухів їхніх робочих органів визначаються не кінематичними параметрами, а формуються в результаті сумісної дії сил, створюваних приводом, та опорів (зусиль, що виникають під час дроблення матеріалу) [2].

Наприклад, у вібраційних щоккових дробарках, на відміну від звичайних конструкцій, дроблення відбувається не статичним роздавлюванням, а більш ефективно – ударом. Це сприяє полегшенню процесу дроблення породи. Ударне дроблення реалізується внаслідок періодичного виникнення зазору між щокою та матеріалом, що дробиться. Зазор виникає від того, що при високочастотних коливаннях щоки порода не встигає рухатися в такому темпі (опускатися з необхідною швидкістю в робочій порожнині дробарки) і втрачає з нею контакт. Такі особливості вібраційного дробильно-подрібнювального обладнання дають можливість застосовувати його для дроблення найміцніших і найтвердіших гірничих порід при найбільш ефективному ударно-вібраційному способі руйнування. Тому не дивно, що дослідження з метою розробки нових та удосконалення існуючих конструкцій подібної техніки представляють дуже важливе і актуальне науково-виробниче завдання.

Як відомо, вібраційні щоккові дробарки реалізують особливий механізм руйнування породи. Багаторазове її навантаження приводить до підсумовування дефектів, що виникають під час високочастотного прикладання руйнуючих зусиль і в результаті обумовлює зниження межі міцності матеріалу. Суттєву роль у формуванні закону руху дробильної щоки (щік) відіграє налаштування коливної системи дробарки (частота власних коливань, співвідношення частот власних коливань і змушених, опори в пружній системі) [3].

Метою дослідження є аналіз особливостей процесу вібраційного дроблення та обґрунтування раціональних параметрів вібраційної щоккової дробарки. Для її досягнення необхідно вирішити наступні задачі: розглянути технологічні особливості процесів механічного руйнування гірничої маси; проаналізувати існуюче механічне обладнання для дроблення і подрібнення мінеральної сировини; дослідити відмінності та переваги вібраційного механізму руйнування матеріалів в порівнянні з традиційними; розглянути існуючі конструктивні схеми вібраційних щоккових дробарок з точки зору можливості реалізації найбільш вигідних режимів дроблення; оцінити ефективність віброударного впливу на матеріал, що руйнується, шляхом порівняльних випробувань щоккових дробарок звичайної та ударно-вібраційної конструкції; обґрунтувати раціональні режимні та конструктивні параметри вібраційної щоккової дробарки; запропонувати конструктивне рішення такої машини; визначити раціональні галузі промислового використання запропонованої конструкції.

### Список літератури

1. Громадський А.С. Машини підготовчих процесів переробки руд / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.С. Ліфенцов // Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2012. – 209 с.
2. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич // М.: Недра, 1992. – 319 с.
3. Ревнивцев В.И. Вибрационная дезинтеграция твердых материалов / В.И. Ревнивцев, Г.А. Денисов, Л.П. Зарогатский, В.Я. Туркин // М.: Недра, 1992. – 430 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, к. т. н., доц., Д.В. ГРИГОРОВИЧ, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ БІЧНОГО СХОДУ СТРІЧОК СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ В ГІРНИЧІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Транспортування масових насипних вантажів в гірничій та інших галузях промисловості все в більшому ступені забезпечується безупинно діючими транспортними засобами, які в порівнянні з циклічними характеризуються рівномірним завантаженням та пристосованістю до автоматизації. Стрічкові конвеєри є найбільш високопродуктивним типом безупинного транспорту і завдяки цьому знаходять широке використання в гірничій промисловості, що характеризується величезними вантажопотоками мінеральної сировини та продуктів її переробки [1].

Стрічкові конвеєри забезпечують інтенсивне ведення гірничих робіт та підвищують продуктивність праці у вугільній промисловості, де застосовуються для транспортування вантажів по похилих і горизонтальних виробках. В гірничорудній галузі стрічкові конвеєри більше використовуються на кар'єрах. Що стосується шахт, то це в основному похилі стовбури, хоча є дуже хороші перспективи для доставки гірничої маси в межах очисного забою при використанні циклічно-потоківих технологій транспорту руди під час очисного виймання. На поверхні шахт і на збагачувальних фабриках це взагалі головний вид транспорту. Ефективність застосування стрічкових конвеєрів в значній мірі визначається терміном служби стрічок та надійністю вузлів конвеєра. В першу чергу це стосується найбільш дорогих та уразливих елементів – стрічки і роликоопор. Дуже важливо забезпечити найбільш оптимальні та сприятливі умови їхньої експлуатації [2]. При роботі стрічкового конвеєра частим порушенням нормального режиму роботи є бічний схід стрічки. Він відбувається з різних причин, а його негативні в усіх відношеннях наслідки вимагають відповідних заходів для усунення відмов такого роду та повернення конструкції до режиму нормальної експлуатації. В таких умовах задачі дослідження процесу бічного сходу стрічок стрічкових конвеєрів та розробки рекомендацій щодо його запобігання є надзвичайно важливими і своєчасними, а їхня актуальність не викликає жодних сумнівів.

З досвіду експлуатації конвеєрів на гірничих підприємствах відомі фактори, що викликають або сприяють появі поперечних сходів. Це серпоподібність стрічки та її місцеві руйнування, перекося стиків, роликів, роликоопор, секцій барабанів, викривлення поставу. Усі фактори, що викликають бічні сходи конвеєрної стрічки, можна розділити на такі: фактори, пов'язані з рухомим контуром стрічки; фактори, пов'язані з контуром конвеєрного поставу; зовнішні фактори (бічний вітер, завантаження). Вплив кожного з них може розглядатися як дія на стрічку певного поперечного зусилля [3].

Метою дослідження є аналіз причин бічного сходу конвеєрних стрічок та розробка рекомендацій для його запобігання. Для її досягнення необхідно вирішити наступні задачі: вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень; проаналізувати причини та наслідки бічного сходу конвеєрних стрічок; дослідити особливості робочого процесу взаємодії рухомої конвеєрної стрічки з елементами конвеєра та вантажем; проаналізувати характер децентрувальних факторів, що діють на конвеєрну стрічку; здійснити аналіз можливих шляхів зниження числа бічних сходів конвеєрних стрічок шляхом розробки відповідних заходів для їхнього запобігання; запропонувати рекомендації щодо розробки та впровадження центрувальних пристроїв. Рішення цих задач сприятиме підвищенню рівня надійності стрічкових конвеєрів.

### Список літератури

1. Громадський А.С. Машини допоміжних процесів переробки руд / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов // Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2011. – 264 с.
2. Дьяков В.А. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков, Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев и др. Под ред. чл.-кор. АН СССР А.О. Спиваковского // М.: Недра, 1982. – 349 с.
3. Монастырский В.Ф. Исследование поперечных смещений ленты на конвейерах, транспортирующих крупнокусковые грузы / В.Ф. Монастырский, В.М. Богданов, Э.Г. Кайтанджан, В.И. Плахотник // Вопросы рудничного транспорта, вып. № 14 // К.: Наукова думка, 1976. - с. 30-37.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, к. т. н., доц., А.О. РУЗАНОВ, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УНІФІКОВАНОГО ВІБРОТРАНСПОРТНОГО МОДУЛЮ

Важливою частиною гірничо-металургійного комплексу є збагачувальні підприємства, де відбуваються процеси підвищення якості рудної сировини шляхом видалення з неї порожньої породи. Сучасні дробильні й збагачувальні фабрики отримують та переробляють масові технологічні вантажі - сировинні та готові матеріали. Для їхнього безперервного переміщення, завантаження і розвантаження різноманітних машин для підготовки до збагачення і збагачення мінеральної сировини застосовують транспортні машини. Це, насамперед, конвеєри: стрічкові, скребкові, пластинчасті, гвинтові, вібраційні. Експлуатація транспортних пристроїв неможлива без допоміжного устаткування: бункерів та затворів, завантажувальних і перевантажувальних установок (живильників та дозаторів). Від їхньої злагодженої роботи багато в чому залежать ритмічність та продуктивність підприємства в цілому та окремих технологічних машин зокрема. Особливо це відноситься до живильників. Правильне завантаження конвеєрів, дробарок, млинів – обов'язкова умова їхньої безвідмовної, довговічної роботи. Велике значення має також можливість регулювання їхніх параметрів [1,2].

Широке застосування серед транспортних засобів одержали вібраційні машини, що дозволяють сполучати операції транспортування з технологічними процесами сепарації, дозування, зневоднювання, сушіння [3]. Основними перевагами вібраційних транспортних засобів є відсутність подрібнювання переміщуваного вантажу в процесі транспортування; незначне зношення вантажонесучого органу; простота конструкції; практично повна відсутність тертьових швидкозношуваних деталей; легкість обслуговування і догляду; невисока енергоємність; безпека експлуатації; можливість завантаження і розвантаження в будь-якій точці вантажонесучого органу; зростання ефективності роботи при транспортуванні під ухил [4].

У зв'язку із цим удосконалення існуючих та створення нових вискоефективних та надійних конструкцій вібраційних транспортних та технологічних машин є дуже важливим та актуальним науково-виробничим завданням. Одним із шляхів його вирішення може бути розробка уніфікованих конструкцій вібротранспортного обладнання різного технологічного призначення.

Метою дослідження є вибір раціональних параметрів та розробка конструктивного рішення уніфікованого вібротранспортного модулю різного технологічного призначення. Для її досягнення потрібно вирішити наступні задачі: проаналізувати існуючі типи транспортних засобів гірничого виробництва з точки зору забезпечення його вимог та умов; здійснити порівняльний аналіз вібраційного та інших видів транспортного обладнання з метою виявлення його конструктивних та експлуатаційних переваг; дослідити основні закономірності процесу вібраційного транспортування сипких матеріалів; обґрунтувати раціональні режимні параметри вібротранспортних машин; обґрунтувати принципову схему та раціональні конструктивні параметри уніфікованого вібротранспортного модулю для використання в умовах випуску і транспортування гірничої маси і продуктів її переробки на збагачувальних підприємствах; розробити конструктивне рішення вібротранспортного модулю.

### Список літератури

1. Біліченко М.Я. Транспорт на гірничих підприємствах: Підручник для вузів / М.Я. Біліченко, Г.Г. Півняк, О.О. Ренгевич, В.І. Тарасов, А.М. Варшавський, О.В. Денищенко, Ю.М. Зражевський, О.С. Пригунов, В.С. Трошило, Ю.М. Шендерович // Дніпропетровськ, НГУ, 2005. – 646 с.
2. Громадський А.С. Машини допоміжних процесів переробки руд / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов // Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2011. – 264 с.
3. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич // М.: Недра, 1992. - 319 с.
4. Спиваковский А.О. Вибрационные и волновые транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, И.Ф. Гончаревич // М.: Наука, 1983. - 288 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, к. т. н., доц., А.О. ШЕЛУДЬКО, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ВЕРСТАТІВ ПНЕВМОУДАРНОГО БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ДІАМЕТРОМ 200 І 250 ММ

В загальній технології відкритих гірничих робіт при розробці родовищ, що складаються зі скельних порід, буропідривні роботи є одним з основних виробничих процесів. Буріння – трудомісткий і дорогий процес. Вартість виробництва бурильних робіт на відкритих розробках коливається в межах 16-36 % загальної вартості виймання 1 т гірничої маси. Від якості розпушення гірничої маси залежать продуктивність навантажувального і транспортного обладнання, їхня довговічність та ефективність експлуатації. Найбільше розповсюдження на відкритих гірничих роботах отримав шарошковий спосіб буріння. Проте його частка поступово зменшується за рахунок невинного зростання значення ударно-обертального способу буріння [1-3].

Як показує вітчизняний та закордонний досвід, подальше зростання місткості ківшів та параметрів екскаваторів вимагає поступового збільшення діаметру вибухових свердловин та їхньої сітки. В наш час немає технічних перешкод для створення бурильних верстатів для проходки свердловин діаметром понад 560 мм (в першу чергу шарошкових), що буде відповідати місткості ківшу екскаватора більше 150-200 м<sup>3</sup>. Проте одним із стримуючих факторів є той, що швидкість детонації вибухових речовин помітно зростає у свердловинах діаметром приблизно до 250 мм, а потім вона не підвищується у свердловинах діаметром понад 380 мм. З іншого боку, важлива перевага збільшення діаметру свердловин – підвищення ефективності вибухових робіт за рахунок зростання виходу підірваної маси з 1 м свердловини та значного скорочення питомих витрат на підготовку 1 м<sup>3</sup> розкривних порід. Важливим шляхом удосконалення буропідривних робіт є розширення використання спрямованого буріння свердловин паралельно відкосу уступу, яке дає можливість суттєво зменшити питомі витрати буріння і ВР та покращити рівномірність дроблення масиву. Нарешті, зростання виробничої потужності гірничодобувних підприємств потребує використання потужної високопродуктивної гірничо-транспортної техніки, а вона – розповсюдження уступів потужністю 25-40 м, для чого буде потрібно буріння похилих свердловин глибиною до 50-60 м при діаметрі долота до 400 мм. Таким чином, задача створення нових зразків бурильної техніки для проходки вибухових свердловин (в тому числі похилих) підвищених діаметра і глибини є надзвичайно важливою та актуальною.

Метою дослідження є обґрунтування доцільності розробки та вибір раціональних параметрів верстатів для пневмоударного буріння вибухових свердловин діаметром 200 і 250 мм. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати особливості використання бурильного обладнання при відкритій розробці корисних копалин та вимоги до нього; здійснити порівняльний аналіз існуючого парку обладнання для буріння вибухових свердловин в умовах кар'єрів та раціональних галузей його використання; дослідити та обґрунтувати доцільність розробки бурильних верстатів пневмоударного буріння для проходки свердловин діаметром 200 та 250 мм; обґрунтувати технологічні схеми та експлуатаційні можливості верстатів; обґрунтувати раціональні величини глибини та кута нахилу свердловин; вибрати технологічні та конструктивні параметри пропонуваніх верстатів; обґрунтувати економічну ефективність використання верстатів.

Вирішення цих питань дозволить отримати сучасні типорозміри бурильного обладнання.

#### *Список літератури*

1. Гірничі машини та обладнання для добування руд. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Горбачов Ю.Г., Гопкало Б.М., Громадський А.С., Ліфенцов О.С., Плішко М.С., Семенов В.А., Хруцький А.О., Чумак Ю.І., Шиповський І.А // Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». – 2017. – 410 с.
2. Подэрни Р.Ю. Механическое оборудование карьеров, изд. 6-е, перераб. и дополн. / Р.Ю. Подэрни // М.: изд. МГГУ, 2007. – 606 с.
3. Виницкий. К.Е. Развитие техники бурения взрывных скважин на открытых разработках / К.Е. Виницкий, В.В. Бабарика, М.А. Кириллов // М.: ИГД им. А. Скочинского, 2000.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, к. т. н., ст. викл, К.С. ДМИТРЕНКО, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСИВНОГО ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Економічність та надійність роботи стрічкових конвеєрів гірничої промисловості (особливо тих, що транспортують скельні абразивні крупношматкові вантажі) в першу чергу залежать від терміну служби конвеєрної стрічки. Наприклад, досвід роботи конвеєрів на гірничорудних підприємствах показує, що число випадків вимушеної заміни стрічок внаслідок зношення спочатку захисних обкладинок, а потім і каркасу складає понад 50 % загальної кількості зняття стрічок з експлуатації [1]. Особливого значення ця проблема набуває в умовах впровадження циклічно-потоківих і потоківих технологій ведення гірничих робіт на рудних кар'єрах, де через необхідність транспортування скельних рудопотоків постійно підвищуються вимоги до конструкцій стрічкових конвеєрів. Тут 50-80 % зношення конвеєрної стрічки, вартість якої складає до 40 % вартості усього конвеєра, і до 20 % усіх експлуатаційних витрат припадає на пункти завантаження [2-3]. Незадовільна робота роликкоопор і велике зношення конвеєрної стрічки в пунктах завантаження суттєво знижують техніко-економічні показники використання стрічкових конвеєрів.

Одними з основних факторів, що впливають на підвищення терміну служби конвеєрних стрічок, є тип завантажувально-перевантажувальних пристроїв та спосіб подачі транспортваного вантажу на стрічку [3]. Протягом останнього часу з'явилося чимало вітчизняних і закордонних теоретичних та експериментальних досліджень щодо вивчення умов роботи і створення раціональних конструкцій пунктів завантаження стрічкових конвеєрів. Отримано залежності для визначення динамічних навантажень на стрічку і ролик в пунктах завантаження та зношення стрічок конвеєрів, розроблено рекомендації щодо вибору конструкцій та визначенню параметрів завантажувальних пристроїв конвеєрів. Проте процес формування матеріалу при завантаженні його на стрічку та визначення коефіцієнтів, що входять у розрахункові залежності параметрів потоку, вивчені поки що недостатньо.

Таким чином, аналіз умов експлуатації, вибір раціональних параметрів та розробка нових конструктивних рішень завантажувальних пристроїв стрічкових конвеєрів є важливим та актуальним науково-прикладним завданням.

Метою досліджень є дослідження раціональних параметрів для розробки конструкції завантажувального пристрою стрічкового конвеєра пасивного типу, що забезпечує високу ефективність процесу завантаження. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень; проаналізувати особливості процесу завантаження стрічкових конвеєрів гірничою масою та вимоги, що ставляться завантажувальним пристроям; дослідити процес формування вантажопотоку на стрічці конвеєра під час його завантаження; проаналізувати динамічні характеристики завантажувальних вузлів; оцінити очікуваний рівень якості створюваних конструкцій навантажувальних вузлів; проаналізувати можливі шляхи створення раціональних конструкцій завантажувальних пристроїв пасивного типу; обґрунтувати раціональні параметри та розробити конструктивне рішення завантажувального пристрою такого типу.

### Список літератури

1. Волотковский В.С. Нагрузки, виды износа и долговечность резиноканевых лент на горнорудных предприятиях / В.С. Волотковский, Е.Г. Нохрин, А.Г. Нохрин // В кн.: Механизация производства на карьерах, выпуск 34 // Свердловск: изд. ИГД, 1972.
2. Біліченко М.Я. Транспорт на гірничих підприємствах: Підручник для вузів / М.Я. Біліченко, Г.Г. Півняк, О.О. Ренгевич, В.І. Тарасов, А.М. Варшавський, О.В. Денищенко, Ю.М. Зражевський, О.С. Пригунов, В.С. Трошило, Ю.М. Шендерович // Дніпропетровськ, НГУ, 2005. – 646 с.
3. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков, Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев и др. Под ред. чл.-корр. АН СССР А.О. Спиваковского // М.: Недра, 1982, 349 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, к. т. н., ст. викл, О.А. ФУРТ, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТУ

Досягнення необхідного рівня якості можливо за допомогою процесів збагачення корисних копалин. Подальша переробка збагаченої сировини обходиться значно дешевше, ніж природної. Скорочуються втрати корисних компонентів, зменшується кількість матеріалу, що підлягає переробці, скорочуються витрати на перевезення сировини і продуктів її переробки [1].

В процесах підготовки сировини до збагачення, а також доведення продуктів збагачення до кондиції дуже широко застосовуються операції грохочення, для механізації яких використовують грохоти. Найбільше поширення отримали вібраційні конструкції, які широко застосовують в гірничорудній промисловості для розділення матеріалів на класи перед і після подрібнення, промивання матеріалу перед збагаченням у важких середовищах і подальшого відмивання суспензій, зневоднення продуктів збагачення тощо. На вібраційних грохотах здійснюють відділення некондиційного дріб'язку із сирих та обпалених окатишів, зі спеченого агломерату [2]. Основним показником, що характеризує роботу грохота і процес грохочення, є ефективність останнього. Це ступінь вилучення нижнього класу матеріалу у підрешітний продукт. Ефективність грохочення багато в чому залежить від форми зерен матеріалу. Так називані «важкі зерна» просіваються погано, особливо коли вони мають плоску форму.

У зв'язку з цим дослідження, що спрямовані на підвищення ефективності процесу просіювання насипних матеріалів вібраційними грохотами, розробку нових та удосконалення існуючих конструкцій такого обладнання є надзвичайно важливими та актуальними.

Ефективність процесу просіювання матеріалу грохотом визначається характером руху матеріалу на ситі. При кругових коливаннях робочого органу якість просіювання не завжди висока, зате створюються сприятливі умови для самоочищення сита. Режим спрямованих прямолінійних коливань сита більш досконалий в порівнянні з круговими коливаннями (з точки зору впливу на матеріал і надання йому руху уздовж сита), але він також не вільний від недоліків. В обох випадках вібропривод надає сити коливання в площині, яка перпендикулярна йому і проходить через його поздовжню вісь. Для вантажопотоків, в яких присутня помітна кількість шматків довгої (протяжної) або плоскої (лещадної) форм потрібні просторові коливання сита, завдяки яким шматки діставатимуть можливість додаткового переміщення в поперечному напрямку, а, головне, - переорієнтації у просторі. Це сприятиме підвищенню ефективності процесу просіювання матеріалу [3].

Метою дослідження є обґрунтування раціональних параметрів та розробка удосконаленої конструкції вібраційного грохоту з підвищеною ефективністю просіювання матеріалу. Для досягнення цієї мети необхідно розглянути існуючі типи і конструкції грохотів вібраційного типу; оцінити характер поведінки шматків гірничої маси на робочому ситі грохоту; проаналізувати фактори, що впливають на технологічні показники процесу грохочення; запропонувати заходи, спрямовані на підвищення ефективності процесу просіювання шляхом пошуку найбільш раціональних траєкторій руху шматків та конструкцій просіювальних сит; сформулювати рекомендації щодо створення раціональних конструкцій інерційних грохотів з підвищеною ефективністю просіювання; обґрунтувати раціональні параметри та запропонувати удосконалену конструкцію вібраційного грохоту, що задовольняє цим вимогам.

Вирішення цих питань дозволить отримати високоефективну конструкцію грохоту.

### Список літератури

1. Громадський А.С. Машини підготовчих процесів переробки руд / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов // Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2012, 209 с.
2. Вайсберг Л.А. Проектирование и расчет вибрационных грохотов / Л.А. Вайсберг // М.: Недра, 1986, 144 с.
3. Франчук В.П. Инженерные методы расчета и выбора динамических параметров вибрационных грохотов, конвейеров, питателей / В.П. Франчук // Збірник «Збагачення корисних копалин», Випуск 12 (53) // Дніпропетровськ: НГУ, 2001, с. 126-143.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, докт. техн. наук, проф., Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., проф., М.А. ОГУР, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРУ З КРУПНОШМАТКОВИМ ВАНТАЖОПОТОКОМ

Збільшення обсягів перевезення розкривних порід, видобутку та переробки корисних копалин, поглиблення кар'єрів і шахт роблять проблему транспортування мінеральної сировини все більш актуальною. Можливості традиційних видів транспорту гірничих підприємств (залізничного та автомобільного) практично вичерпані. У той же час практикою експлуатації вугільних шахт і кар'єрів доведена ефективність використання конвеєрного транспорту.

Рівень конвеєризації гірничорудної промисловості поки що не може нас задовольнити. Стрічкові конвеєри застосовуються лише у складі роторних комплексів для транспортування розкривних порід та в якості магістральних похилих підйомників з кар'єрів та глибоких шахт. Краща картина спостерігається на підприємствах з переробки корисних копалин: там використовується значна кількість стрічкових конвеєрів відносно малої потужності. В рудних шахтах конвеєри досі рідкі гості. Таким чином, гірничорудна промисловість вимагає різкого зростання рівня застосування транспортних засобів безупинної дії, в першу чергу стрічкових конвеєрів.

Ефективність використання стрічкових конвеєрів в значній мірі визначається терміном служби стрічок та надійністю вузлів і деталей конвеєра (ролікоопор, приводів). Все це обмежує можливості їхнього використання на гірничодобувних підприємствах зі скельними породами і крупношматковими вантажопотоками. Звичайні конструкції стрічкових конвеєрів здатні переміщати вантажі крупністю до 300-350 мм. Між тим, підірвана скельна гірнична маса містить значну кількість шматків більшого розміру, а від 3 до 6 % усього вантажопотоку складають шматки розміром до 1000-1200 (1500) мм [1]. Такі шматки створюють значні зосереджені навантаження на стрічку та викликають великі провисання стрічки між стаціонарними ролікооперами. Це призводить до ударів по ролікооперах, швидкого зношення стрічки і виходу з ладу ролікоопор. Для використання звичайних конструкцій стрічкових конвеєрів в таких умовах потрібна попередня підготовка гірничої маси (дроблення), що суттєво здорожує процес транспортування [1-3]. Рішення цієї проблеми має два основних напрямки: перший - зберігання системи підготовки гірничої маси (шматків розміром 150-200 мм) зі складним механічним обладнанням і високими капітальними та експлуатаційними витратами; другий – розробка нових конструкцій стрічкових конвеєрів зі спеціальними опорними елементами або спеціальних типів конвеєрів для крупношматкових вантажів.

Метою роботи є дослідження процесу взаємодії елементів стрічкових конвеєрів з крупношматковим вантажопотоком для обґрунтування параметрів і розробки конструкцій спеціальних типів опорних елементів стрічки.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати основні властивості та характеристики вантажопотоків гірничих підприємств; дослідити динамічні параметри взаємодії шматків вантажу з елементами конвеєра; проаналізувати можливі шляхи зниження динамічних навантажень на конструктивні елементи стрічкового конвеєра від крупношматкового вантажопотоку гірничих підприємств; обґрунтувати та визначити основні характеристики піддатливих ролікоопор різного типу; запропонувати раціональні конструкції спеціальних типів опорних елементів стрічкових конвеєрів для транспортування крупношматкових вантажів на гірничих підприємствах.

#### Список літератури

1. Дьяков В.А. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков, Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев, И.В. Запенин, Ю.С. Пухов, Е.Е. Шешко // М.: Недра, 1982. – 349 с.
2. Біліченко М.Я. Транспорт на гірничих підприємствах: Підручник для вузів / М.Я. Біліченко, Г.Г. Півняк, О.О. Ренгевич, В.І. Тарасов, А.М. Варшавський, О.В. Денищенко, Ю.М. Зражевський, О.С. Пригунов, В.С. Трошило, Ю.М. Шендерович // Дніпропетровськ, НГУ, 2005. – 646 с.
3. Новиков Е.Е. Теория ленточных конвейеров для крупнокусковых горных пород / Е.Е. Новиков, В.К. Смирнов // Киев: Наукова думка, 1983. – 184 с.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, докт. техн. наук, проф., Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, професор  
А.С. ТУЛЬЧИНСЬКИЙ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ШАХТНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ЛЮКУ

Головним напрямком у підвищенні ефективності процесів видобутку і переробки руд є застосування машин безупинної дії та створення на їхній основі технологічних комплексів, що забезпечують перехід до потоково-циклічної, а в наступному і до потокової технології гірничих робіт. Використання вібраційних технологій в різних галузях промисловості дає можливість істотно інтенсифікувати багато технологічних процесів, в тому числі пов'язаних з видобутком та переробкою гірничої маси. Підвищення продуктивності очисного виймання також можливо шляхом використання вібраційних машин та комплексів, що здійснюють віброзбудження гірничої маси, забезпечують зниження сил зчеплення між окремими частками матеріалу, зменшення кутів природного укусу, формування потоку гірничої маси та її транспортування. Існуючі конструкції вібраційних машин дозволяють вирішувати різні технологічні задачі під час випуску і навантаження руди у підземних умовах. Використання вібраційних живильників та доставкових конвеєрів дає можливість збільшити продуктивність праці на випуску і доставки в 1,2-5,5 разів, знизити обсяг підготовчо-нарізних робіт в 1,1-2,85 рази [1-3].

Проте, незважаючи на значне зростання цих показників, використання окремих машин, як правило, не призводить до підвищення загальної ефективності очисного виймання та вирішення задач потокового виробництва. В багатьох випадках це пов'язано з тим, що ресурси стаціонарного транспортного обладнання, до якого відносяться вібраційні живильники, люки та доставкові конвеєри, застосовуються далеко не в повній мірі через обмеженість запасів і неможливість повторного використання машин в силу їхніх конструктивних особливостей. Ефективна реалізація достоїнств машин багаторазового використання та комплексів потокового транспорту, сформованих на їхній базі, можлива лише при певній якості машин, до основних складових якої відносяться показники призначення і надійності.

З огляду на це, вимоги, що ставляться до надійності та довговічності, енергоспоживання та матеріалоемності вібротехніки, роблять задачу удосконалення їхніх конструкцій надзвичайно актуальною.

Метою дослідження є удосконалення конструкції вібраційного люка типу ЛШВ-3,35 для зменшення витрат на монтажні-демонтажні роботи та усунення резонансних коливань в перехідних режимах роботи. Аналіз базової конструкції показав, що однією з важливих задач є спрощення і здешевлення установки та закріплення вібролюка у випускній виробці. Крім того, інерційний зарезонансний привод вібролюка спричиняє появу негативних наслідків в перехідних режимах роботи машини.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі: вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень; визначити величини зусиль, що передаються рамою вібролюка на фундамент під час його роботи; запропонувати спосіб кріплення вібролюка в монтажній ніші рудозвальної виробки; проаналізувати конструкції пристроїв для зменшення величини кінематичного моменту дебалансів інерційного приводу вібролюка і вибрати найбільш раціональний; розробити нову удосконалену конструкцію вібраційного приводу з автоматичним регулюванням величини кінематичного моменту дебалансів; виконати розрахунки робочих і конструктивних параметрів удосконаленого вібраційного люка; розробити раціональні режими експлуатації удосконаленого вібролюка та організації його ремонту.

### Список літератури

1. Гірничі машини та обладнання для добування руд / Б.Н. Гопкало, Ю.Г. Горбачов, А.С. Громадський та ін. // Кривий Ріг: Видавн. центр ДВНЗ «КТУ», 2017. – 410 с.
2. Каварма И.И. Комплексы поточного транспорта для подземной разработки крепких руд / И.И. Каварма, А.В. Бровко // М.: Недра, 1986, - 86 с.
3. Учитель А.Д. Вибрационный выпуск горной массы / А.Д. Учитель, В.В. Гушин // М.: Недра, 1981, - 232 с



С.Ю. ОЛІЙНИК, викладач  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ВИБІР НАПРЯМКУ ТА ПІДХОДУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ ШПУРІВ ТА СВЕРДЛОВИН МАШИНАМИ УДАРНОЇ ДІЇ**

При добуванні корисних копалин буро-вибуховим способом значне місце займає процес буріння шпурів та свердловин. Існуючі способи буріння можна поділити на дві групи: механічні та теплофізичні. Найбільшого поширення набули механічні способи.

При механічному способі буріння руйнування породи на забої шпура або свердловини відбувається за рахунок механічного удару по породі спеціальним інструментом.

За характером роботи інструменту в забої і прикладання силових навантажень механічні буріння поділяють на чотири способи: обертальний, обертально-ударний, ударно-обертальний та ударний.

При нанесенні удару інструментом по породі, в ній виникають напруження, які поширюються вертикально та симетрично відносно осі. В центрі зони максимальних напружень формується ущільнене ядро, напруження в якому значно перевищують границю гірської породи [1].

Руйнування гірської породи від інструментом відбувається з утворенням мілких тріщин, які ведуть до утворення кратера руйнування, та глибоких тріщин, порода між якими руйнується послідовними ударами. Сам процес руйнування значною мірою залежить від властивостей породи, геометрії інструменту та енергії, яка до нього підводиться.

Механічна швидкість буріння перфораторами залежить від таких факторів: властивостей гірської породи, діаметра шпура, величини енергії удару, форми ударного імпульсу, частоти ударів, швидкості обертання бура, глибини шпура (свердловини), зусилля подачі, поперечного перерізу бурової штанги, типу коронки та інших факторів.

Як відомо [2], гірські масиви поділяються на однорідні та неоднорідні, ізотропні та анізотропні. Для однорідного (квазіоднорідного) масиву характерно те, що його властивості в різних точках однакові (майже однакові). Тріщиноватість, шаровість, сланцюватість, наявність різного роду включень – властивості неоднорідного масиву.

Гірські породи відносять до групи фізично анізотропних матеріалів, які неоднаково чинять опір стисканню і розтяганню. Крім цього для більшості гірських порід характерне відхилення від лінійної залежності при їх деформуванні навіть при невеликих напруженнях [2].

Крім цього енергія удару пневматичного молотка значно коливається на протязі зміни, так як коливається тиск повітря в шахтній пневматичній системі, вміст вологи в стисненому повітрі та ін.

Сумісний вплив перелічених факторів на величину швидкості буріння ще недостатньо вивчені. Тому є необхідним більш детально дослідити вплив перелічених факторів на ефективність процесу руйнування гірських порід при бурінні.

Так як процес буріння гірських порід відноситься до погано організованих (дифузних) систем, в яких не можна внаслідок складності процесу чітко виділити окремі явища і установити причинно-наслідковий функціональний зв'язок (детерміністичний підхід), то для дослідження процесу буріння гірських порід машинами ударної дії доцільно на основі певних допущень застосовувати детерміністичний в поєднанні зі стохастичним кібернетичним (на основі реалізації планів певного факторного експерименту) підхід, за допомогою якого визначити певні коефіцієнти, які доповнюють залежність, установлену на основі детерміністичного підходу.

### *Список літератури*

1. **Іванов К. И.** Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых / **К. И. Иванов, М. С. Варич, В. И. Дусев, В. Д. Андреев** // Изд. 2, перераб. М.: «Недра», 1974. – 408 с.
2. **Баклашов И. В.** Механика горных пород / **И. В. Баклашов, Б. А. Картозия** // М.: «Недра», 1975. – 271 с.

О.А. ГУЛІВЕЦЬ, канд. тех. наук, доц., С.Ю. ОЛІЙНИК, викладач, М.В. БУДИКА, студентка ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ ПРО ШВИДКОСТІ ТОЧОК ПЛОСКОЇ ФІГУРИ ПРИ ВИКОНАННІ КІНЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПЛАНЕТАРНИХ ПЕРЕДАЧ

В сучасному машинобудуванні набувають все більш широке застосування планетарні передачі, які характеризуються широкими кінематичними можливостями, малими габаритами і масою.

При виконанні кінематичного аналізу планетарних передач визначаються кутові швидкості (частоти обертання) водила сателітів та обертових зубчастих коліс. При цьому застосовують метод, що ґрунтується на понятті миттєвого центра швидкостей тіл, теорію складання обертань твердого тіла навколо паралельних осей, метод зупинки водила - метод Вілліса [1, 2, 3].

Як показано в роботі [3], розрахунки кінематичних характеристик планетарних зубчастих передач за методом Вілліса в порівнянні з методом, заснованим на понятті миттєвого центра швидкостей при плоскому русі коліс, є більш короткими. Однак застосування методу Вілліса викликає у студентів певні труднощі у розумінні ними суті цього методу.

В даній роботі для кінематичного аналізу планетарних передач пропонується метод, який ґрунтується на застосуванні теореми про швидкості точок плоскої фігури, яка вивчається студентами в дисципліні «Теоретична механіка» і є для них достатньо зрозумілою.

Так як в обертових зубчастих коліс вектори швидкостей точок, що знаходяться на одному радіусі, є перпендикулярними до нього і паралельними між собою, то пропонується записати для необхідних двох точок записати на основі теореми про швидкості точок плоскої фігури векторне рівняння, спроектувати його на паралельну швидкостям точок і одержати алгебраїчне рівняння з невідомою кутовою швидкістю зубчастого колеса, з якого її і визначити.

На основі запропонованого методу задачі по визначенню кутових швидкостей водила сателітів та обертових зубчастих коліс планетарних передач рекомендується розв'язувати в наступному порядку:

Накреслити та проаналізувати кінематичну схему планетарного механізму і визначити, в якому русі перебуває кожна ланка, які параметри задані та які необхідно визначити, зобразити на схемі кутові швидкості ланок та швидкості відповідних їх точок.

На основі теорії обертального руху тіл, скласти залежності для визначення швидкостей точок у зачепленнях зубців коліс, що знаходяться в обертальному русі.

На основі теореми про швидкості точок плоскої фігури скласти відповідні векторні рівняння, які виражають співвідношення між швидкостями двох точок ланок механізму, які перебувають у плоскому русі, спроектувати ці векторні рівняння на вісь, яка паралельна векторам швидкостей цих точок, та одержати залежності для визначення шуканих кутових швидкостей.

За одержаними залежностями визначити необхідні кутові швидкості.

Запропонований в даній роботі метод визначення кутових швидкостей при кінематичному розрахунку планетарних передач, який ґрунтується на застосуванні теореми про швидкості точок плоскої фігури, є більш зрозумілим студентам в порівнянні з методом Вілліса [1], а в порівнянні з методом, що ґрунтується на понятті миттєвого центра швидкостей плоскої фігури [2, 3], дозволяє скоротити час при розв'язуванні задач кінематичного аналізу планетарних передач.

### Список літератури

1. Кузьмин А.В. и др. Расчеты деталей машин: Справ. пособие / А.В. Кузьмин, И.М. Чернин, Б.С. Козинцев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. шк., 1986. – 400 с.
2. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики Ч.1 Статика. Кинематика. Учебник для вузов. Изд. 5-е испр., М.: Высшая школа, 1977. – 368 с.
3. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т.1 (статика и кинематика). Бать М.М., Дженалидзе Г.Ю., Кельзон А.С. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1972. – 512 с.

**ДИЗЕЛЬ-ТРОЛЕЙВОЗНИЙ ТРАНСПОРТ ЯК СПОСІБ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ НА ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТАХ КРИВБАСУ**

Основним видом технологічного транспорту, що використовується на гірничозбагачувальних комбінатах (ГЗК) Кривого Рогу для перевезення гірничої маси від забою до місця вивантаження, є автомобільний. В основному використовуються автосамоскиди марки «БЕЛАЗ», а саме БЕЛАЗ 75131 вантажопідйомністю 130÷136 тонн. Дизельні двигуни, що використовуються на сучасних кар'єрних автосамоскидах за показниками питомої потужності, витрати палива, об'єму відпрацьованих газів та експлуатаційним витратам хоча й відповідають складеним нормативним вимогам, потребують суттєвого вдосконалення. Причиною цього є питання економії палива, збільшення продуктивності в умовах збільшення глибини кар'єрів, а також проблема кар'єрної загазованості, звідси поліпшення екологічної ситуації в кар'єрах. Вплив цих факторів суттєво зменшується з впровадженням у технологічний цикл кар'єрів дизель-тролейвозного транспорту.

Дизель-тролейвоз – це автосамоскид на пневмоколісному ході, що має комбіноване енергоживлення від контактної мережі та дизельного двигуна. Перший дизель-тролейвоз марки «БЕЛАЗ» був виготовлений на заводі в 1964 році. Це експериментальна модель БЕЛАЗ 7524-Э792 вантажопідйомністю 65 тонн, що випробовувалася на Красногірському вугільному розрізі. Випробування показали, що експлуатація дизель-тролейвозів без довгих підйомів не є доцільною. Наступні випробування двох зразків дизель-тролейвоза БЕЛАЗ-75195 вантажопідйомністю 110 тонн у 1986 році на Соколово-Сарбайському ГЗК показали паливно-енергетичну ефективність використання таких самоскидів [1].

У Африці гірничодобувна компанія «Lumwana» (Замбія) має 27 дизель-тролейвозів, тролейну лінію в 4 км з напругою в 10 МВА. Проект був запущений в експлуатацію 2009 року компанією Siemens. Дизель-тролейвоз при режимі роботи від тролейної лінії працює з обертами двигуна, що близькі до холостих з підвищенням на 100÷120 об/хв, для нормального функціонування гідравлічних систем. Підйом та опускання струмоприймачів здійснюється за допомогою гідравлічних циліндрів, а живлення – від бортової системи. Перехід з режиму тролейвоза на дизельний відбувається автоматично без зупинки машини [2].

Основними перевагами при експлуатації самоскида в тролейному режимі є: збільшення швидкості самоскида на підйом з 6 до 28 км/год; підвищення продуктивності самоскида на 10÷20%; збільшення інтервалів між обслуговуванням дизельного двигуна; зниження витрат на паливо на 70÷80%; зменшення вартості обслуговування дизельного двигуна; мінімізація впливу на оточуюче середовище, зниження рівня шуму та викиду відпрацьованих газів дизельного двигуна. Переваги дизель-тролейвозів залежать від наступних чинників: уклін автодоріг; відстань транспортування; степінь тролейзації автодоріг; співвідношення вартості електроенергії та дизельного палива; річний об'єм перевезень; тривалість експлуатації тролейвозного транспорту. Недоліки: підвищення вимог до конструкції та якості дорожнього покриття; необхідність додаткових витрат на створення та підтримання розгалуженої контактної мережі; збільшення вартості дизель-тролейвоза на 5÷10% у порівнянні зі звичайним самоскидом обладнаним дизельним двигуном; збільшення маси кар'єрного автосамоскида.

Отже, використання дизельного-тролейвоза може вирішити ряд питань, що виникають у сучасних економічних умовах держави та тенденціях розвитку відкритих гірничих робіт. Тому ставиться задача дослідити можливість впровадження такого виду транспорту на гірничодобувних підприємствах Кривбасу.

*Список літератури*

1. Степук О.Г. Дизель-тролейвозный транспорт БЕЛАЗ: перспективы использования в горном производстве / О.Г. Степук, А.С. Зуёнок // Горный журнал. – 2013. – №1. – С. 52–55.
2. Эффективное горнодобывающее производство. Троллейная система для карьерных самосвалов // БЕЛАЗ-2015. Развитие в реальном времени: науч.-техн. конф., 23-24 апреля 2015 г.: материалы конференции. – Жодино, 2015. – С. 221–235.

**РОЗВИТОК КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ КАР'ЄРНИХ АВТОСАМОСКІДІВ**

Новітні стратегії виробництва кар'єрних самоскидів базуються на модифікації серійних вантажних автомобілів, пристосованих до певних умов використання. Інноваційні транспортні засоби для гірничодобувної промисловості за габаритами та вимогами щодо технічного обслуговування схожі на звичайні вантажні автомобілі, а за вантажопідйомністю подібні до самоскидів.

Концерн ЕТФ (European Truck Factory) розробив п'ять моделей самоскидів ЕТФ для залізрудних кар'єрів вантажопідйомності від 155 т до 455 т, які відрізняються від звичайних моделей самоскидів із жорсткою рамою тим, що мають від 4 до 8 осей з чотирма незалежними колесами, які на кожній осі об'єднані в пари. Як у модульних транспортерів, всі колісні пари мають окреме керування і гідравлічну підвіску, що дозволяє не лише виконувати розвертання майже на місці, а й долати нерівності дорожнього покриття значно краще, ніж при використанні подвійних шин. Привод забезпечують чотири дизельних двигуна загальною потужністю 1920 кВт (2574 к. с.). Самоскид МТ-240 розвиває надзвичайно високу тягу, і на слизькій, вологій проїжджій частині має покращене управління та безпеку руху. Три самоскиди МТ-240 можна буде зчленувати в один за допомогою з'єднувальних муфт. Тоді один водій зможе транспортувати загалом 654 тонни вантажу, тому що МТ-240 можна буде керувати автоматично завдяки шинним лініям у міцних сталевих штангах, з'єднаних між собою.

Конструктори холдингу БЕЛАЗ розробили особливий принцип конструкції для найбільшого у світі на сьогоднішній день кар'єрного самоскида вантажопідйомності 450 т. БЕЛАЗ-75710 має подвійні шини і на задньому мосту, і на передньому. Таким чином величезна загальна вага у 810 т розподіляється не тільки на шість, а на вісім коліс розміром 59/80 R63. Але оскільки при повороті керованих коліс подвійні шини потребують багато простору, то або ж рама самоскида мала б бути вужчою, або загальна ширина мала б збільшитись. Тому модель 75710 отримала управління поворотом як на передньому, та і на задньому мосту. Завдяки управлінню переднім та заднім мостами можливе досягнення «маленького» радіусу кола повороту 19,8 м порівняно з 17,2 м для 360-тонного самоскида. Таким же чином інакше, ніж у звичайного самоскида з жорсткою рамою обидва передні колеса, як і задні колеса, приводяться в рух за допомогою дизель-електричного мотор-колеса. Необхідну енергію забезпечують два 16-циліндрових двигуна MTU загальною потужністю 3430 кВт (4600 к. с.) та ультрасучасний привод змінного струму від Siemens [1].

Новий автосамоскид Mercedes-Benz Arocs 1845 HAD концерну Daimler AG має одну особливість: гідравлічний допоміжний привод (HAD) для передніх коліс, який може бути застосований для одиничних випадків використання на пересіченій місцевості. Автомобіль обладнаний рядним шестициліндровим дизельним двигуном типу OM 471 LA. Сучасний двигун фірми Common Rail об'ємом 12,8 л з турбонадувом має потужність 449 к. с. при частоті обертання 1800 об/хв та досягає максимального крутного моменту 2200 Н·м при частоті обертання 1100 об/хв. Передача силового зусилля здійснюється 12-ступінчастою автоматичною коробкою перемикання передач. Перехід від однієї передачі до іншої легкий, тому переривання крутного моменту тривають дуже короткий час. Чутливий сенсорний датчик перемикання забезпечує підібраний до відповідної дорожньої ситуації та навантаження вибір передач. Головна особливість даного автомобіля – Hydraulic Auxiliary Drive (HAD). Це система приводу, яка допомагає рухатись і в умовах траси, і в умовах відсутності доріг. Основними в цій системі є встановлені на передніх колесах додаткові гідромотори. HAD-привод активується при швидкостях руху до 25 км/год. Це особливо актуально при русі самоскидів на кар'єрних автодорогах. При більших швидкостях система пасивна, оскільки немає необхідності у додатковій тяговій підтримці руху [2].

*Список літератури*

1. **Cohrs H. H.** Muldenkipper auf neuen Spuren / **H. H. Cohrs** // Steinbruch und Sandgrube. – 2015. – №4 (Juli-August). – P. 26-28.
2. **Pröll H.** Er kann auch anders / **H. Pröll** // Blickpunkt LKW&BUS. – 2016. – №9. – P. 18-20.

**РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ**

Проектування і виробництво автомобілів з мінімальними викидами токсичних речовин є важливою проблемою сьогодення. У міру скорочення використання традиційних енергоносіїв підуть в минуле автомобілі звичних конструкцій. Через декілька років їх серйозно потіснять електромобілі. Провідні автомобілебудівні підприємства світу інтенсивно ведуть пошуки раціональних технічних рішень у створенні перспективних моделей електромобілів та спрямовують значні зусилля на їх промислове виробництво. У найближчі часи виробництво електромобілів в деяких країнах світу набуде статусу самостійних галузей промисловості. Стає неминучою поступова заміна автомобілів електромобілями у великих містах та промислових регіонах з великою щільністю населення.

В Україні 4% ринку нових автомобілів належить електромобілям. Бурхливий розвиток ринку електрокарів підтверджено дослідженнями найбільшого незалежного видання про електротранспорт InsideEVs.com: згідно з дослідженням, Україна зайняла п'яте місце в міжнародному рейтингу за темпами розвитку електромобільного ринку. У 2017 році українці придбали 2 697 легкових електромобілів – це в 4 рази більше, ніж в 2016 році [1]. При цьому парк автомобілів, що працюють виключно на електротязі, поповнювався в основному за рахунок імпорту техніки з Америки та Європи. Найпопулярніші моделі Nissan Leaf та Tesla.

Україна значно випереджає інші країни східної Європи і за темпами розвитку інфраструктури для електрокарів. Фахівці вважають, що розповсюдження електромобілів напряму залежить від інфраструктури – в кожному українському місті має бути мінімум 10 зарядних станцій. Станом на 2015 рік в Україні діяло 40 електричних автозаправних станцій. За 2017 рік кількість зарядних станцій збільшилася до 577, з'явилося 44 швидкісні зарядні станції. Найбільше станцій відкрили в Києві – з 38 їх стало 136 [2]. На другому місці за розвитком інфраструктури – Харків, де є вже 92 зарядки. За прогнозами експертів в Україні до 2035 року 25% всіх машин будуть електричними. Причому значні запаси літію та нікелю дозволять Україні самій виробляти акумулятори для машин.

Станом на 31 грудня минулого року в Україні зареєстровано 2593 «зелених» авто: з них – 1709 авто на електротязі та 884 – з гібридною силовою установкою. Загальна кількість екологічних авто в нашій країні сягнула 3161 [2]. Таким чином у 2017 році кількість електрокарів зростає вчетверо. Змінилась й інфраструктура – на одну зарядну станцію тепер припадає чотири електромобілі.

Створена громадська організація – Спілка екомобілебудівників України “Екомобіль”, яка розробила проект, що передбачає створення нової галузі – екомобілебудування. Діяльність організації спрямована на розвиток економіки України, на підвищення її інвестиційного та інфраструктурного потенціалу, насичення внутрішнього ринку вітчизняною продукцією екологічного автомобілебудування та на створення нових робочих місць [3].

Є очікування, що ринок електромобілів в Україні виросте ще в два-три рази. Якщо будуть запроваджені законодавчі пільги в стимулюванні купівлі електромобілів, Україна зможе потрапити на перші місця в рейтингу продажів, а також у перспективі провести серйозну транспортну та енергетичну модернізацію, яка може стати прикладом для інших країн світу.

Збільшення кількості електромобілів в Україні дасть змогу значно скоротити споживання нафтопродуктів і газу та допоможе розвитку енергозощаджуючих, екологічно безпечних видів транспорту та інфраструктури для них.

*Список літератури*

1. Україна посіла п'яте місце у міжнародному рейтингу з розвитку електрокарів [Електронний ресурс]: – Укрінформ. – 20 березня 2017. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2196386-ukraina-posila-pate-misce-u-miznarodnomu-rejtingu-z-rozvitku-elektrokariv.html>
2. Федосенко Н. Розвиток електромобілів в Україні в 3-4 рази швидший, ніж у світі [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://ecotown.com.ua/news/Rozvytok-elektromobiliv-v-Ukrayini-v-3-4-razy-shvydshyy-nizh-u-sviti/>
3. Малиш Н. А. Формування та розвиток електромобільної галузі в Україні / Н.А. Малиш // Зелена економіка: перспективи впровадження в Україні: матеріали Міжнародної конференції (Київ, 24–25 квіт. 2012 р.): у 3 т. – К.: Центр еколог. освіти та інформації, 2012. – Т. 1. – С. 240–244.

**ПИТАННЯ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН**

Суттєве зростання парку автомобілів у всіх розвинених країнах світу призводить до постійного збільшення кількості спрацьованих автомобільних шин. За даними Європейської Асоціації підприємців вторинної переробки шин (ЕТРА) загальносвітова кількість зношених шин досягла 25 млн. т, при цьому щорічний приріст таких «запасів» – не менше 7 млн. т. В цій кількості зношених автомобільних шин на європейські країни приходить 3 млрд. шт. або близько 2 млн. т. В США щорічно накопичується більше, ніж 280 млн. використаних покришок. В той же час об'єм утилізації шин не перевищує 25% [1]. Щорічно в Україні накопичується близько 150 тисяч тонн використаних автомобільних покришок. Значна кількість шин, що втратили свої якості або були замінені при сезонному технічному обслуговуванні, зберігається на спеціальних майданчиках шино-монтажних ділянок. Лише 11% з них потрапляють на утилізацію, інші ж викидають на неконтрольовані звалища.

Світова практика показує необхідність створення державних комплексних програм, направлених на організацію збирання, тимчасового зберігання, переробки та розвитку ринку використання продуктів утилізації шин. Порядок виконання робіт із збирання, заготівлі та утилізації зношених шин регламентовано Постановою Кабінету міністрів України (КМУ) № 1136-2011-п від 27.07.2011 «Деякі питання збирання, заготівлі та утилізації зношених шин». Відповідний контроль та нагляд за процесом впровадження новітніх технологій переробки шин здійснює КМУ разом з Міністерством екології та природних ресурсів та Міністерством економічного розвитку і торгівлі.

Переробка автомобільних шин має як екологічне, так і економічне значення для кожної країни, в тому числі й для України. Гумі покришок притаманні такі властивості, які при її зберіганні на звалищах або при повторному використанні у вигляді інженерних споруд чинять негативний вплив, забруднюючи навколишнє середовище. Проявляється це перш за все в тому, що гума не розкладається, і до того ж вона вогнебезпечна. В кислому середовищі (грунт, вода) з гуми вимиваються важкі метали і ряд токсичних органічних сполук: дифеніламін, дибутилфталат, фенантрен тощо, а в лужних середовищах збільшується дифузія поліциклічних ароматичних вуглеводнів [2]. З економічної точки зору при вторинній переробці зношених шин відбувається процес ресурсозбереження гуми, яка створюється з цінного природного ресурсу – нафти.

Утилізація автомобільних шин і процес переробки автомобільної гуми сам по собі є кінцевим етапом, що не залишає після себе практично ніяких відходів. В результаті переробки старих покришок можна отримати: гумову крихту, яка використовується у виробництві різних прокладок і ущільнювачів; синтетичне рідке паливо (аналог нафти), з якого після подальшої переробки можна отримати газ, мазут і бензин; металокорд, який можна використовувати повторно для виготовлення тих же автомобільних шин; газ, більша частина якого йде на роботу того самого обладнання, яке переробляє покришки; технічний вуглець (піролізний), який використовується в якості барвника для бетону [3].

В цілому використання вторинних матеріальних ресурсів з відходів переробки зношених автомобільних шин дозволяє істотно скоротити обсяги виробництва і використання спеціальних промислових матеріалів, знизити техногенне навантаження на навколишнє природне середовище. Для успішного вирішення проблеми вторинного використання та переробки зношених покришок необхідно чітко визначити області можливого використання виробів і матеріалів, що виготовляються з одержуваної при переробці вторинної сировини, особливо в зв'язку з прогнозованим збільшенням обсягів зношених шин.

*Список літератури*

1. **Старков С.В.** Аналіз технологій переробки автошин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=140>
2. Утилізація гумових відходів / **Л.Д. Пляцук, Л.Л. Гурець, О.П. Будьонний** // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2007. – Випуск 5/2007 (46), частина 1. – С. 152-154.
3. **Пальгунов П.П.** Утилізація промислових відходів / **П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков.** – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.

**ПРИНЦИПИ КОМПОНУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МОДУЛІВ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК**

Обробка матеріалів із застосуванням спрямованого випромінювання лазера є одним з найбільш прогресивних напрямків виробничих процесів на даний момент. Універсальність застосування променя лазера дозволяє використовувати лазерні технології (ЛТ) в машинобудуванні, автомобілебудуванні, авіації і суднобудуванні, інших галузях промисловості; а також на ринку медицини і телекомунікацій.

Метою даної роботи стало опрацювання способів і механізмів компоновання ефективних пристроїв, що реалізують технології лазерної обробки в робочій зоні верстата з ЧПК, що забезпечують на практиці високу гнучкість і продуктивність обробки виробів із застосуванням лазера.

В рамках запропонованого технічного рішення лазерний модуль буде містити 4 блоки, послідовно з'єднаних між собою за допомогою різних з'єднань із заданими ступенями рухливості: джерело лазерного випромінювання; система передачі променя; оптична система; інсталяційний елемент для інтеграції в інструментальну систему верстата з ЧПК.

При створенні автоматично змінних модулів, необхідно спочатку визначити спосіб впливу на заготовку. Тут необхідно визначити характеристику верстата-носія: тип його інструментальної системи, особливості системи ЧПК і функціонування системи автоматичної зміни інструменту. Далі визначається характеристики зони впливу на заготовку і здійснюється визначення її основних параметрів. Визначають вимоги до джерела лазерного випромінювання. Потім здійснюють вибір джерела лазерного випромінювання, спосіб передачі спрямованої енергії від джерела до випромінювача. Визначають технологічні параметри лазерної обробки. Наступним етапом є вибір типу оптичної системи модуля. Дані види робіт дозволяють визначити параметри типових блоків модуля, провести вибір комплекту блоків і виконати їх компоновання.

Застосування в якості принципу компоновання лазерного модуля блочно-модульної складової дозволить істотно скоротити терміни проектування і створення нового технічного рішення і конструкції лазерного модуля для виконання різних технологічних завдань.

На етапі проектування автоматично змінних лазерних модулів, можна створювати різні за функціональним призначенням і складності пристрою, з урахуванням таких особливостей автоматизованого обладнання, як його тип, компоновальні вирішення основних і допоміжних вузлів робочої зони, розміри робочої зони, напрямки основних і допоміжних рухів вузлів, особливості системи позиціонування і управління обладнанням.

Блочно-модульний принцип, крім можливості компоновання модуля під реалізовані задачі, дозволяє проводити розширення його функціоналу, для випадків виробничої необхідності зміни завдань розв'язуваних на виробництві, а також в разі переходу до комплексних технологій, необхідних в процесі обробки виробу. В цьому випадку можлива часткова або повна модернізація модуля, з заміною або встановленням додаткових блоків розширення до вже наявної схеми його компоновання.

*Список літератури*

1. **Лопота, В.А.** Легкие конструкции в современном машиностроении / **В.А. Лопота** // Сварка и диагностика. - 2008. - № 4. - С. 11-12.
2. **Блинков, В.В.** Лазерные технологии в авиационной промышленности / **В.В. Блинков** // ЛазерИнформ. - 2009. - № 23 (422). - С. 5-9.

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

Проблему моделювання зварних з'єднань прийнято ділити на дві складові: розрахунок власне з'єднань і розрахунок конструкції, в якій вони присутні. Достовірна розрахункова модель зварного шва повинна передбачати особливості, локальні пластичні деформації, враховувати статистичний характер профілю перетину, міцності і жорсткості матеріалу, дефекти.

У САЕ-програмах зварні шви зазвичай моделюються твердотільними об'єктами малого розміру в поперечному перерізі. При цьому повинно бути забезпечено ущільнення вузлів кінцево-елементної сітки на контактуючих поверхнях зварних швів і деталей, що зварюються.

Методика розрахунку зварних конструкцій, що виконується за допомогою програм, що реалізують метод кінцевих елементів (МСЕ) [2], наступна:

- створення геометричної моделі зварних швів і деталей, що з'єднуються;
- вибір типу кінцевих елементів;
- завдання пружних постійних і фізико-механічних властивостей матеріалу;
- побудова кінцево-елементної сітки (завдання розмірів елементів в зоні зварних швів і поза ними; розбиття на кінцеві елементи деталей і зварних швів; об'єднання вузлів кінцево-елементної сітки на контактують гранях зварних швів і деталей, що зварюються);
- завдання граничних умов, навантажень і розрахунок конструкції.

Об'єднання тіл, що входять до складу конструкції, в єдине тіло є найбільш простим варіантом підготовки кінцево-елементної моделі, так як повністю зникає проблема відповідності вузлів на контактують гранях швів і пов'язаних деталях. Дана модель може бути використана для аналізу напружено-деформованого стану (НДС) зварних конструкцій поза зоною зварних швів. При цьому питання про напружений стан самих зварних швів залишається відкритим.

Принциповим недоліком моделі єдиного тіла з позиції аналізу роботи зварних швів є об'єднання вузлів деталей, що з'єднуються на поверхнях контакту між ними. В реальних конструкціях між сполучаються деталями завжди буде присутній зазор, обумовлений різними факторами. Даний недолік найпростіше усувається введенням штучного зазору між деталями (модель тіла з зазором) з наступним об'єднанням їх і зварних швів в єдине тіло. Зазор повинен бути мінімальним, так як з його збільшенням відбувається збільшення концентрації напружень уздовж швів.

Для тонкостінних зварних конструкцій природно використовувати серединну поверхню. В цьому випадку можлива заміна просторових скінченних елементів на плоскі, що призводить до зменшення часу розрахунку. Однак підготовка кінцево-елементної моделі в цьому випадку більш трудомістка, ніж в попередніх варіантах.

Порівняльний аналіз з'єднання двох пластин за даними моделями, показує, що розрахунок по середині поверхні за рівнем напружень займає проміжне положення між схемами єдиного тіла і тіла з зазором.

Однак питання про міцність зварних з'єднань залишається відкритим. Отримуваний розрахунок напруги слід зіставити з константами, що характеризують міцність. Для зварних з'єднань найкращим підходом є порівняння результатів розрахунку простих моделей з результатами експерименту, що дає можливість визначити необхідні поправки і поширити їх на реальні конструкції.

*Список літератури*

1. Комплексные технологии виртуального моделирования. MSC.Software Simulating Reality. М.: The MSC.Software Corporation, 2005. – 40 с.
2. **Алямовский, А.А.** SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов / **А.А. Алямовский.** – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.
3. **Князьков, В.В.** Основы автоматизированного проектирования: учеб. пособие / **В.В. Князьков;** НГТУ. – Нижний Новгород, 2004. – 177 с.
4. **Шимкович, Д.Г.** Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows / **Д.Г. Шимкович.** – М.: ДМК Пресс, 2003. – 448 с.



## ТЕХНОЛОГИЯ И КОНСТРУКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПАЗОВ ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ

Повышение экономической эффективности и конкурентоспособности машиностроительных предприятий неразрывно связано с увеличением производительности труда, которое является определяющим в любом производстве. В конструкциях деталей машин встречаются поверхности со сложными профилями – шпоночные, шлицевые. Обработка этих сложных профилей деталей, одна из важных задач в разработке технологических операций. Основные усилия производителей направлены на совершенствование технологии обработки и создание новых, более эффективных режущих инструментов, связанных с обработкой этих сложных поверхностей.

Решение этих сложных взаимосвязанных задач невозможно без глубокого анализа существующих и создания новых перспективных методов обработки и конструкций, режущих инструментов.

Доминирующими методами обработки шлицевых отверстий и шпоночных пазов являются технологические методы: протягивание и прошивание.

Анализ литературных источников показал, что большинство работ по обработке таких сложных поверхностей, которые выполнены в лабораторных условиях, на образцах обрабатываемых материалов носят рекомендательный характер, не учитывающий конкретные производственные и технологические условия, размеры и конфигурацию обрабатываемых деталей, мощность и жёсткость применяемого оборудования. В реальных условиях многие предприятия, учитывают сложность и дороговизну изготовления протяжек, вынуждены снизить технологические затраты, путем замены метода обработки и разработкой новых конструкций режущих инструментов и инструментальной оснастки. Современный парк станков с ЧПУ вытесняет универсальные станки, технологические возможности которых уступают им. Метод токарного долбления на токарных станках с ЧПУ был описан в работах.

Повысить качество обработки этих сложных поверхностей и снизить материальные затраты на машиностроительных предприятиях Кривбасса на сегодня очень актуально.

Тесное сотрудничество машиностроительных предприятий Кривбасса и кафедры технологии машиностроения Криворожского национального университета, направлено на проектные задачи по разработке конструкторских решений инструментальной оснастки, которые связаны с обработкой сложных профилей пазов и повышения их качества.

Предложенный метод обработки шлицевых и шпоночных поверхностей требует дальнейших проектных и технологических исследований и внедрений.

### *Список литературы*

1. Технология машиностроения: В 2т. Т.1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / В.М.Бурцев, А.С.Дальский и др.; Под ред.А.М.Дальского. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2001. – 564 с.ил.
2. **В.Г.Якухин** Высокотехнологические методы обработки металлов: Учебное пособие / Под ред.д.т.н., проф. О.В.Татарина. – М.: МГИУ, 2008.- 297с.
3. **Киреев, Г.И.** Расчет и проектирование протяжек. В 2ч. Ч.2. Наружные плоские и круглые протяжки: учебное пособие / Г.И.Киреев, В.В.Демидов, М.Ю.Смирнов. – Ульяновск. УлГТУ, 2005. – 78с.
4. **Е.Ю.Чуваев, Р.Ю.Спирidonov, Л.С.Малько** Обеспечение качества боковых поверхностей шпоночных пазов по параметру шероховатости: Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2014. - 280-281с.
5. **Двирная О.З., Шумилов А.П., Чистовский Ю.И.** Определение параметров качества обработанной поверхности при протягивании жаропрочных материалов: Научные труды. Выпуск 72. Том 85 – Николаев. НУК им. Адмирала Макарова, 2007. – с.35-37.

В.І. ПЕТРАШ, аспірант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## АНАЛІЗ ОБЛАСТІ ВИКОРИСТАННЯ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ ТА ПОШКОДЖЕНЬ І ЗНОСУ КОНВЕЄРНИХ СТРІЧОК

У гірничорудній промисловості, а особливо на збагачувальних фабриках, використання стрічкових конвеєрів складає понад 60 % від загальної кількості використовуваних транспортних засобів на даних об'єктах.

Ефективність роботи конвеєрного транспорту в істотній мірі визначається довговічністю стрічок. Капітальні і експлуатаційні витрати підприємств на конвеєрні стрічки складають 17-51% і 11-30% відповідно від загальних капітальних витрат на транспортування корисних копалин. Довговічність конвеєрних стрічок залежить від умов експлуатації, параметрів і конструкції конвеєра і стрічки.

Як показують численні дослідження [1], при транспортуванні гірської маси стрічковими конвеєрами стрічка отримує найбільшу кількість пошкоджень в завантажувальному пункті і по довжині става від взаємодії з транспортуючим вантажем. Від дії високих динамічних навантажень стрічка може отримати пошкодження наступних видів: зрив верхньої обкладки, її пробою, порізи, задираки, відшарування, пробій верхніх прокладок і їх пориви. Крім того, спостерігається абразивний знос верхньої обкладки (в основному від поздовжніх і поперечних зсувів, ковзання великих шматків при навантаженні, розвантаженні з приводного барабана і на стрічці в прольоті між роликкооперами і на роликкооперах).

Аналіз представлених даних показує, що у конвеєрів, що працюють в однакових умовах, може відповідати певний превалюючий над іншими вид зносу стрічок. Ступінь прояву факторів, що визначають знос стрічок, залежить від величини навантажень, що діють на стрічку на ставі, в пунктах подачі вантажу і на приводі конвеєра.

Для стрічкових конвеєрів довжиною до 200-250 м основним фактором, що визначає термін служби стрічки, є умова їх завантаження. На довгих конвеєрах знос на роликкооперах є визначальним. Встановлено, що на конвеєрах довжиною 25-50 м питома вага зносу на роликкооперах становить 10-15% від загального зносу обкладання, а на конвеєрах довжиною 200-300 м - 60-65%. На конвеєрах довжиною 800 м питома вага зносу обкладання на роликкооперах є вже визначальним і досягає 85% [2].

У процесі транспортування кускових вантажів стрічковими конвеєрами стрічка піддається ударним впливам і абразивного зносу при переміщенні матеріалу уздовж става. Переміщення стрічковими конвеєрами крупнодробленої (крупність до 400 мм) і крупнокускової (до 600 мм) гірської маси супроводжується динамічними навантаженнями на лінійному ставі в місцях контакту «кусок - стрічка - ролик». Величина динамічних навантажень на стрічку насамперед залежить від крупності, щільності шматків і їх кількості в вантажопотоці.

Як показує досвід експлуатації стрічкових конвеєрів, що транспортують крупно кусковий вантаж, найбільшу небезпеку представляють окремі шматки, оскільки при взаємодії їх з окремими роликкооперами виникають значні динамічні навантаження. Дослідження, проведені в МДГУ [3], показали, що найбільші динамічні навантаження викликають шматки прямокутної форми з низько розташованим центром ваги.

Доповідь присвячена обґрунтуванню доцільності збереження стрічки конвеєра від динамічних навантажень у процесі транспортування матеріалу, необхідністю зменшення впливу окремих крупно кускових шматків транспортуючого матеріалу на стрічку конвеєра.

### Список літератури

1. **Захаров А.Ю.** Обоснование рациональных параметров магнитного устройства, поддерживающего конвейерную ленту в пункте загрузки горной массой: дис канд. техн. наук.—М., 1983.— 189 с.
2. **Полунин В.Т., Гуленко Г.Н., Фролов В.И.** Исследование удельного износа рабочих обкладок конвейерных лент на роликкооперах и в месте загрузки // Изв. вузов. Горный журнал. - 1974. - № 5. - С. 100-103.
3. **Дмитриев В.Г., Галкин В.И.** Исследование динамических нагрузок в роликкооперах грузочных и линейных секций ленточных конвейеров при транспортировании крупных кусков // Изв. вузов. Горный журнал. — 1975.- №1.-С. 108-112.

А.О. ХРУЦЬКИЙ кандидат технічних наук, доцент, В.М. КАС'ЯН магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАГОНЕТКИ ТИПУ ВГ-9,0.

Збільшення обсягів виробництва гірничих підприємств потребує вдосконалення засобів механізації засобів руйнування, видобутку и транспортування гірничої маси. Транспортування гірничої маси є одним з найважливіших процесів видобутку. На більшості підприємств для транспортування корисних копалин широке застосування отримала доставка залізничним транспортом. Транспортування у цьому випадку відбувається за допомогою вагонеток. Шахтні вагонетки з глухим кузовом типу ВГ, що застосовуються на підприємствах гірничодобувної промисловості, призначені для транспортування гірничої маси підземними виробками і на промислових майданчиках шахт. Від вагонеток інших типів вони відрізняються простотою конструкції і надійністю, дешевизною в виготовленні [1]. Умови експлуатації на гірничих підприємствах характеризується несприятливими умовами праці: високою вологістю, транспортуванням абразивних вантажів, високими статичними і динамічними навантаженнями. Шкідливі умови праці призводять до значного скорочення терміну експлуатації рухомого складу, а також великої кількості аварій. Робота в агресивному оточенні призводить до швидкого корозійного руйнування елементів конструкції. Постійні динамічні навантаження призводять до деформацій стінок кузова та появи тріщин в місцях зварювання. Транспортування вологої гірничої маси спричиняє налипання породи на стінки вагонетки (до 5% транспортованої маси) [2]. При завантаженні і розвантажуванні абразивних вантажів відбувається абразивне зношування контактуючих з матеріалом поверхонь. Відновлення працездатності вагонеток потребує значних витрат часу та ресурсів, що приводить до збільшення вартості продукції яка видобувається на Гірничих підприємствах.

Одним із шляхів підвищення надійності конструкції вагонетки є забезпечення жорсткості конструкції вагонетки. Часто виконують об'язку кузову сталевим прокатом, посилюють місця концентрації навантажень ребрами міцності, застосовують переходи від прямих кутів до більш раціональних сферичних, заокруглених. Серед запропонованих методів вирішення проблем абразивного зношення найбільш поширені декілька основних методів. Захист місць схильних до стирання за допомогою футеровки, забезпечується приварюванням до стінок и днища пластини марганцевої сталі стійкої до стирання. Але це може негативно вплинути на металоємність вагонетки. Абразивний знос можна зменшити за рахунок керування потоком насипного матеріалу. Зношення можна знизити шляхом зміни характеру переміщення матеріалу від ковзання до "перекочування", а також шляхом введення "глухих кишень кузова". Для очистки вагонів від вологої гірничої маси застосовують електричні і пневматичні вібратори, щіткові та скребкові механізми, крім того застосовують чистку за допомогою струменів води [3].

Метою роботи є дослідження та обґрунтування конструкційних параметрів вагонетки типу ВГ-9,0. Для цього необхідно: провести аналіз негативних факторів, що виникають в процесі експлуатації вагонетки; розробка та обґрунтувати шляхи удосконалення конструкції вагонетки; провести експериментальні досліджень за допомогою програмного комплексу SolidWorks; зробити рекомендації щодо практичного використання результатів дослідження.

#### Список літератури

1. Васильев, К.А. Транспортные машины и оборудование шахт и рудников. / К.А. Васильев, А.К. Николаев, К.Г. Сазонов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 321с.
2. Татаренко А.М. Рудничный транспорт / А.М. Татаренко, И.П. Максецкий. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 110с.
3. Татаренко А.М. Рудничный транспорт / А.М. Татаренко, И.П. Максецкий. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 111с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ШАСІ УБШ**

Технологічний прогрес та розвиток гірничої промисловості викликає потребу в оновленні парку машин підприємств або удосконалення конструкції старих машин для отримання більшого корисного ефекту. В умовах підземного видобутку проходки виробок та розробки родовищ буровибуховим способом для буріння технологічних, вибухових шпурів та свердловин необхідна велика кількість бурової техніки. Значне місце в парку машин підприємств займають зразки застарілої техніки, а саме бурові установи на колісно-рейковому ході типу УБШ 227, УБШ 229, УБШ 207. Використання машин на колісно-рейковому шасі має багато недоліків, а саме: недостатня маневреність у межах підземних виробок, висока металоємність, необхідність у прокладенні залізничної колії, схильність до підвищеної корозії в агресивному шахтному середовищі.

Гусеничне шасі має більшу металоємність, аніж колісно-рейкове, але при цьому має досить високі показники прохідності та маневреність в межах робочої зони машини [2]. Гусеничне шасі призначене для витримування значного навантаження, бурові установки для підземного видобутку не мають такої ваги та не утворюють значного навантаження. Використання гусеничного ходу в умовах підземного гірничого виробництва не є доцільним.

Рішення проблеми недоліків бурових установок на колісно-рейковому шасі є використання машин на пневмоколісному шасі. Установки на пневмоколісному шасі вже давно широко використовуються за кордоном, прикладом машин з використанням такого рішення є вся лінійка бурової прохідницької техніки фірми «Atlas Copco» типу «Boomer», машини лінійки «DT» фірми «Sandvik», а також машина розробки ПАО "КриворіжНППрудмаш" - буровий верстат УБШ-501АК. В умовах коли не можливо повністю або частково замінити парк машин підприємства новими машинами, можливим рішенням у боротьбі з недоліками бурових установок на колісно-рейковому шасі є розробка та використання для цих машин пневмоколісного шасі. Існують різні схеми пневмоколісного шасі, наприклад шарнірно з'єднана рама. Така схема має менший радіус розвороту, але складна для заміни на колісно-рейкове шасі. Існують також схеми з використанням тягача, а сама бурова установка при цьому виступає в ролі причепу на пневмоколісному шасі, який пересувається по забою за допомогою тягача і фіксується на гідравлічних домкратах в процесі роботи. Така схема потребує наявності додаткової техніки у вигляді тягача. Також є можливість переробити шасі без кардинальних змін конструкції рами та машини в цілому, при цьому отримуємо самохідну машину без додаткового тягача. Вирішенням проблеми недоліків та застарілості бурових установок на колісно-рейковому шасі є придбання нової техніки або модернізації та удосконалення конструкції старої техніки. Пневмоколісне шасі в порівнянні з колісно-рейковим має беззаперечні переваги, технологічний процес при його використанні має значно більший економічний ефект за рахунок зменшення витрат на прокладення залізничної колії і зменшує простой на пересування установки по забою, тому тема роботи на мою думку є актуальною [1].

Метою роботи є дослідження та обґрунтування конструктивних параметрів шасі УБШ. Для досягнення мети роботи необхідно вирішити наступні задачі: аналізі конструкції зразків техніки закордонних та вітчизняних виробників, аналізі існуючої літератури та наукових праць на тему використання пневмоколісного шасі в умовах підземного гірничого виробництва, побудова 3D моделі шасі та експериментальні дослідження за допомогою програмного забезпечення «Solidworks», аналізі проведених випробувань, розробка рекомендацій стосовно параметрів шасі.

*Список літератури*

1. Сафохін М.С. Машинист бурового станка / М.С. Сафохін // М.: Недра, 1990. – 94 с.
2. Подерні Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ / Р.Ю.Подерні // М.: Недра.,1985.-91 с.

**УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ  
МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ**

Системи керування якістю на кожному підприємстві припускає, що показники якості будуть інтегровані в усі процеси керування: від організації кожного робочого місця до ухвалення рішення вищим керівництвом. Суть створеної системи внутрішнього контролю якості припускає, що технологічні процеси (ремонти, утримання, керування) повинні бути високоякісними й одночасно більш дешевими.

Впровадження системи керування якістю повинне передбачати не тільки мотивацію діяльності персоналу, але й формування в рамках системи об'єктивних критеріїв оцінки якості праці робітників. Із цією метою повинна бути розроблена система стимулювання праці робітників задіяних в ремонті рухомого складу.

Щоб реалізувати дану систему, пропонується ввести експериментальний показник «коефіцієнт інтенсивності роботи». Для цього оплата праці працівників проводиться за кінцевим результатом. Колективу гарантується виплата суми премії за виконану роботу незалежно від фактичної чисельності працівників.

При цьому всьому виявилася необхідність ведення обліку як виконаних робіт, так і потрібних для цього матеріалів і запасних частин. Повинні бути застосовані обліково-звітні форми - «Графіки роботи ремонтних підрозділів». А також для того щоб забезпечити обґрунтованість виплати премії, необхідно сформулювати кількісну оцінку трудовитрат індивідуально кожного працівника. Із цією метою повинна бути розроблена інформаційно-аналітична система, яка б дозволила в реальному режимі часу враховувати всі види робіт, виконуваних на конкретній одиниці рухомого складу. Впровадження системи преміювання й інформаційно-аналітичної системи дозволить підвищити відповідальність працівників за рахунок адресності кожної проведеної операції.

Інформаційно-аналітична система повинна мати як інформаційну базу мережних й дорожніх технологічних процесів роботи ремонтного персоналу (РП), структуру обліку запасних частин і матеріалів, нормативну систему обліку робочого часу працівників, нормативи трудомісткості виконання певних видів робіт та вартість їх оплати. На цій базі в процесі функціонування системи сформується інтегральне сховище інформації. Учасниками процесу формування й споживання інформації є відповідні служби та працівники ремонтного підприємства.

Коло даних, розглянутих системою, дозволить здійснити повний облік і контроль обсягів й якості виконаних на РП робіт пов'язаних з обслуговуванням та ремонтом рухомого складу у такий спосіб: 1. ідентифікувати робітника, що виконав роботу, найменування виконаної роботи, дату її виконання, необхідний обсяг виконаної роботи, номер одиниці рухомого складу, для якої виконувалася дана робота; 2. здійснити через проектну систему розрахунок коефіцієнтів інтенсивності зміни й індивідуального внеску працівника; 3. зробити перевірку трудомісткості ремонтних робіт на підставі витрати запасних частин; 4. забезпечити адресність проведеної роботи на тривалий час.

Впровадження системи оцінки й стимулювання якості праці працівників, зайнятих на технічному обслуговуванні міського транспорту, дозволить підвищити якість перевізного процесу, істотно знизить випадки браку й відмов у роботі рухомого парку.

*Список літератури*

1. **Кристопчук М.Є.** Потенціал транспортних послуг приміського сполучення / М.Є. Кристопчук, А.В. Веснін, О.Д. Почужевський // Вісник Криворізького технічного університету : зб. наук. пр. – Кривий Ріг. – КТУ, 2011. – Вип. 29. – С. 142-147.
2. **Почужевський О.Д.** Удосконалення керування технічним станом підйомно-транспортних машин / О.Д. Почужевський // Вісник ЖДТУ. Серія : Технічні науки. – 2015. – № 1. – С. 41-46.
3. **Кристопчук М.Є.** Аналіз моделей транспортної рухливості населення / М.Є. Кристопчук, А.В. Веснін, О.Д. Почужевський // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. пр. – Кривий Ріг, 2012. – Вип. 32. – С. 155-159.
4. **Почужевський О.Д.** Новый подход к определению эффективности работы транспортных машин / О.Д. Почужевський // Сборник научных трудов СПГИ. Ч. 2. – СПб., 2011. – С. 216–218.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ УЛОВЛЮВАЧА  
СТРІЧКИ ПОХИЛОГО КОНВЕЄРА В УМОВАХ «АРСЕЛОР МІТАЛ» (М. КРИВИЙ РІГ)**

Стрічкові конвеєри є найбільш поширеним видом безперервного транспорту. Вони можуть транспортувати руду на значні відстані з мінімальними витратами по горизонталі так і під кутом до  $16^\circ$ . Але в той же час вони мають порівняно невеликий термін служби та високу ціну. У загальній складності від 30% до 40% незапланованих пропусків виникають з-за проблем з лінією, в тому числі і за причиною її самовільного сходу вниз. Тому для конвеєрів пред'являються вимоги безперебійної роботи та відсутності аварійних ситуацій. Самовільний сход стрічки похилого конвеєра вниз при його безперервному режимі експлуатації може відбутися в двох випадках: в результаті поперечного пориву стрічки або у випадку відмови гальмівної системи конвеєра.

Тому відповідно з правилами техніки безпеки у вугільних та сланцевих шахтах та «Єдиними правилами безпеки при розробці родовищ корисних мінералів відкритим способом» похилі конвеєри, чий кут нахилу перевищує  $8^\circ$ , зобов'язані бути обладнані уловлювачами стрічки. Існує кілька видів таких механізмів, але найбільше розповсюдження отримали рамкові уловлювачі.

Це найбільш прості уловлювачі. Вони виконані у вигляді П-образних рам, встановлених над верхнім гілкою стрічки конвеєра. Основні недоліки цього типу уловлювачів недостатня надійність і нестабільність процесів захоплення, не регульований або випадковий процес захоплення, можливість повторних обривів під час захоплення стрічки при великих швидкостях її руху та більшої металоємності, так як їх треба встановлювати через кожні 10 метрів вздовж става конвеєра.

Одним з способів підвищення експлуатаційної надійності конвеєрів є контроль за станом їх стрічок за допомогою рентгеноскопії, магнітоелектричної або ультразвукової дефектоскопії механічних контактних датчиків, що відслідковують різні локальні пошкодження. Але ці засоби контролю носять профілактичний характер і не виключають вочереді поперечних обривів стрічки.

Аварійні ситуації на похилих стрічкових конвеєрах зазвичай пов'язані з поривами робочої гілки стрічки або зі сходом її під дією вантажу при відмові його гальмівної системи. Ці аварії приносять значні економічні втрати гірничими підприємствами, що використовують конвеєр в технологічній мережі обладнання. При поперечному пориві стрічки її сход призводить до скидання вантажу і частини роликів роликоспор на підлогу галереї, а також до пошкодження та поривів стрічки. Крім того, перекинуті з конвеєра шматки руди призводять до травмування обслуговуючого персоналу.

Метою роботи є зменшення наслідків аварії викликаних поривом конвеєрної стрічки. Для досягнення мети запропоновано розробити та використовувати замість рамочного уловлювача - ексцентрик. Подібний пристрій дозволить провести захват стрічок похилого конвеєра при її поперечному пориві та самовільному зближенні, що запобігатиме економічним втратам підприємства та підвищить рівень техніки безпеки при експлуатації конвеєрів.

Таким чином актуальність даної теми не викликає сумнівів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступну задачу: розробити математичної моделі конструкції надійного захоплюючого пристрою для запобігання самовільного сходу стрічки вниз.

*Список літератури*

1. **Шахмейстер Л.Г., Ляшкевич П.А., Фохтин В.Г.** Ловители для наклонных ленточных конвейеров. М. ЦНИЭИуголь, 1972.г.
2. **Фохти В.Г.** Исследование и установление рационального типа и оптимальных конструктивных параметров устройств для улавливания ленты наклонных угольных шахт. Диссертация. М. МГИ. 1981 г. Стр. 13.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ КОРОБУ ГРОХОТУ ІНЕРЦІЙНОГО ТИПУ ГІ-3,7 ПІДВИЩЕНОЇ ЖОРСТКОСТІ

У різних областях промисловості механізація багатьох технологічних процесів (сортування матеріалу, зневоднення продуктів збагачення, дешламація та ін.) здійснюється вібраційними грохотами. Серед різноманітних конструкцій грохотів найбільш поширеними і перспективними є вібраційні грохоти з інерційним генератором механічних коливань дебалансного і самобалансного типу.

Ефективність роботи таких машин залежить від жорсткості конструкції коробу, як основного робочого органу грохоту. Жорсткість є важливим чинником, який впливає на повноту передачі збуджуючого зусилля від вібратора до матеріалу, що просіюється, а також визначає рівень шуму грохоту при його роботі.

Вплив жорсткості на ефективність просіювання матеріалу обумовлений тим, що не жорсткі деталі коробу грохота (тобто ті, які можуть деформуватися під час роботи) поглинають енергію збудження та переводять її у інші форми – тепло, шум та ін. Отже енергетична складова коливань дещо знижується.

Крім того недосить жорсткі деталі мають підвищену знакозмінну пружну деформацію, що призводить до підвищення втомного руйнування.

Недостатня жорсткість не тільки знижує ефективність просіювання, сприяє збільшенню втомного руйнування, підвищенню рівня неврахованої вібрації, а й призводить до підвищення рівня шуму процесу грохочення. Шум є, так би мовити, індикатором недостатньої жорсткості коробу грохоту. Недостатня жорсткість коробів інерційних грохотів призвела до того, що вони є одними з найбільш шумних машин. На робочих місцях машиністів вібраційних грохотів рівні шуму у 3-5 разів перевищують значення допустиме гігієнічними нормами. Шум такої інтенсивності має негативний фізіологічний вплив на організм робітників, може бути однією з причин виробничого травматизму і зменшення продуктивності праці.

Провівши аналіз існуючих наукових праць з питань підвищення жорсткості коробів грохотів та зниження їх шумності [1], слід зазначити, що однією з основних причин, які стримують створення малошумних вібраційних грохотів, є обмежений круг засобів збільшення жорсткості та зниження шуму, що викликано недостатньою вивченістю складних процесів виникнення і випромінювання звукової енергії у навколишнє середовище

Об'єктом такого дослідження є процес вібрації та шумоутворення при роботі вібраційного грохоту. Предметом дослідження є конструктивні параметри коробу вібраційного грохоту.

Основними завданнями дослідження, вирішення яких створить можливість для розробки засобів зниження шуму вібраційних грохотів є: проведення аналітичних досліджень з визначення причин коливань деталей і випромінювання йми звуковий енергії; визначення впливу конструктивних параметрів амплітуди і частоти коливань робочого органу, режиму роботи, гранулометричного складу і міцності оброблюваного матеріалу на акустичні характеристики вібраційних грохотів; дослідження і розробка засобів збільшення жорсткості коробу та зниження шуму.

Отже, дослідження шляхів і розробка засобів збільшення жорсткості коробу вібраційних грохотів з інерційним генератором механічних коливань дебалансного типу, що збільшить ефективність їх роботи та знизить рівень шуму, що застосовуються у різних областях промисловості, є актуальним. Основна складність даного завдання полягає у тому, що результатів можна добитися лише при комплексному розв'язанні задачі, що передбачає одночасне усунення цілого ряду причин.

### Список літератури

1. Бровко А.В. Влияние конструктивных параметров на акустические характеристики вибрационных грохотов. Тезисы доклада на всесоюзной конференции "Борьба с шумом и вибрацией на предприятиях черной металлургии". Черметинформация, М., 1973

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПІДВІСКИ ШАХТНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА К-14У**

Забезпечення високої надійності шахтних локомотивів є важливою умовою підвищення продуктивності локомотивної відкатки - основного показника ефективності роботи шахтного транспорту. Головними характеристиками, що визначають роботу шахтного локомотива, є: реалізована сила тяги, надійність та довговічність вузлів та деталей ходової частини.

Специфічні умови експлуатації - відхилення від стандартів і норм геометрії шахтної рейкової колії, зміни коефіцієнта зчеплення у діапазоні від 0,07 до 0,24 (забруднення фрикційних поверхонь кочення рідким брудом), а також недосконалість конструктивних елементів тягового привода шахтного локомотива (відхилення в характеристиках і параметрах тягових двигунів, кінематичних ланцюгах і ланках, наявність зазорів у механізмах привода) інтенсифікують динамічні навантаження в елементах ходової частини. Під час руху шахтного локомотива по рейковій колії ці фактори обумовлюють виникнення значних динамічних складових сил, що зменшують реалізацію тягово-гальмового зусилля та збільшують знос бандажів колісних пар.

Існують різні варіанти технічних рішень з підвищення довговічності елементів ходової частини рейкового транспортного засобу: керований поворот колісних пар; зменшення приведеної жорсткості передавальних механізмів; застосування складених коліс; поздовжньо-поперечної балансирної підвіски тощо, які мають певну галузь застосування, обмежену умовами експлуатації та технічними можливостями виробництва.

Основні експлуатаційні якості шахтних локомотивів, такі як стійкість руху, коефіцієнт використання зчіпної маси та реалізація тягового зусилля залежать від типу, конструктивного виконання та параметрів ходової частини і привода.

На показники ефективності роботи транспортного засобу значною мірою впливають конструкція та параметри ходової частини, а також умови взаємодії фрикційної пари колесо-рейка. Експлуатаційні характеристики локомотива, такі як сила тяги та гальмування, надійність та довговічність вузлів і деталей ходової частини, стійкість та безпека руху, також залежать від вибору схеми і характеристик системи підвішування, що є найменш довговічним вузлом у механічній системі локомотива.

Ходова частина пересічного шахтного локомотива являє собою динамічний об'єкт, збудження коливальні в якому обумовлено не тільки чисто кінематичними характеристиками транспортного засобу, але й інерційними збудженнями, що виникають під час його роботи. Специфічний процес кочення коліс, зв'язаних між собою жорстко за допомогою осі в колісній парі, по поверхні рейкової колії призводить до виникнення великих динамічних навантажень в елементах привода та ходової частини.

У різних схемах підвішування магістральних рейкових транспортних засобів широке застосування знаходять пружинні елементи. До їх недоліків слід віднести здатність до сприйняття незначних пружних деформацій з високою питомою енергоємністю, а також невисокі показники надійності при вібраційних навантаженнях, незадовільну стійкість до дії агресивних середовищ.

Відсутність пружно-дисипативних зв'язків в системі підвішування призводить до того, що букса своєю бічною поверхнею періодично вдаряє по напрямній рами локомотива, збільшуючи динамічну навантаженість

Застосування замість циліндричних пружин для сприйняття динамічних навантажень, гумометалевих елементів, що представляють собою шар гуми з завулканізованими металевими з обох робочих сторін є одним з перспективних варіантів зменшення динамічних навантажень в елементах привода та ходової частини в системі підвішування рейкових транспортних засобів.

Отже дослідження шляхів та застосування гумометалевих елементів у підвісах шахтних електровозів для зменшення динамічної навантаженості елементів їх ходової частини є актуальним науково-технічним завданням.



## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШТИРОВИХ КОРОНОК ДЛЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН З ПІДВИЩЕНИМИ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

На сьогоднішній день вибухові свердловини в породах високої і середньої міцності при підземному видобутку корисних копалин буряться ударно-обертальним способом за допомогою заглибних пневмоударників штиривим породоруйнуючим інструментом. Цей спосіб відноситься до групи механічних способів буріння, при якому руйнування порід і зношування інструменту відбуваються в результаті створення в області безпосереднього силового контакту інструменту з масивом зон граничного напружено-деформованого стану.

З цієї причини зношування бурового інструменту неминучим процесом і головне завдання полягає у вишукуванні конструктивних шляхів зниження його впливу на продуктивність буріння.

Відомі способи зниження зношення дозволяють продовжити термін корисної експлуатації бурового інструменту в 1,5-2 рази. Не дивлячись на це, у порівнянні з терміном служби інших ланок бурової ланцюжка, довговічність бурових коронок все одно залишається порівняно малою. Значне збільшення терміну служби бурового інструменту можливо тільки при революційній зміні - розробці нових надміцних матеріалів, нових способів руйнування гірських порід або методів зміни їх фізико-механічних властивостей.

Значне зниження зносу бурового інструменту, виготовленого з відомих матеріалів, можливо тільки при відсутності силового контакту між самим інструментом і гірською породою, обумовленого способом руйнування породи. Зазначені способи руйнування гірських порід все ще поступаються по техніко-економічним показникам, широко застосовуваним механічним способам руйнування.

Слід зазначити, що основна увага дослідників приділялася зношенню твердосплавних породоруйнуючих вставок. При цьому зношення корпусу самого інструменту залишається мало вивченим для вирішення конструкторських задач зі зниження впливу зношення на техніко-економічні показники буріння.

Буровою інструмент зношується вкрай не рівномірно. Найбільшому зношенню піддаються твердосплавні породоруйнуючі елементи, розташовані по периметру коронки, і робоча частина корпусу коронки. Хвостовик при цьому має мінімальне зношення [1].

Конструктивною можливістю зниження впливу зношення інструменту на продуктивність буріння є застосування принципу рівномірності зношення. Згідно з цим принципом конструкція деталей повинна забезпечувати однаковість зношення всіх частин бурової коронки. Для забезпечення рівномірності зносу бурової коронки необхідно точне уявлення не тільки про види зношування, а й про величину локальної інтенсивності зносу, як корпусу коронки, так і породоруйнуючих елементів.

Отже, проведення дослідження інтенсивності зношення штиривого породоруйнуючого інструменту для буріння свердловин з метою вишукування конструктивних шляхів зниження впливу зношення інструменту на техніко-економічні показники буріння є актуальним науково-технічним завданням.

Для розв'язання поставного завдання планується проведення досліджень з метою побудови епіюру зношення штиривих коронок для буріння свердловин і створення на їх основі узагальненої математичної моделі, що враховує фізико-механічні властивості породи і матеріалів інструменту, шорсткість стінок свердловини і забою. На основі отриманих результатів і застосування принципу рівномірності зносу планується синтез конструкції бурової коронки зі зменшеним впливом її зносу на техніко-економічні показники буріння.

### Список літератури

1. Хруцкий А.А., Бобырь В.Г. Анализ исследований по изнашиванию штыревого породоразрушающего инструмента для бурения скважин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).- М.: Изд-во «Горная книга».- 2015.- №4.- С.220-226

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р. т. н., проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, к. т. н., доц., О.П. КУМΠΑН, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ РЕАКЦІЇ СИСТЕМИ ДВОВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ НА ПОТРАПЛЯННЯ НЕДРОБЛЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Рішення задач, що стоять перед гірничодобувними і переробними галузями промисловості, що визначає головним напрямом всемірну інтенсифікацію виробництва на основі науково-технічного прогресу, вимагає постійного вдосконалення гірничо-збагачувального устаткування.

У гірничо-рудній промисловості технологія дроблення руд та інших твердих матеріалів є однією з найбільш масштабних та енергоємних, і внаслідок цього, коштовних операцій. Щорічно дробленню піддається більше 3 млрд. т мінеральної сировини та інших матеріалів. На ці цілі витрачається більше 70 млрд. кВт/ч електроенергії або до 5% її загального виробництва у країні. На операції дроблення доводиться 50-70% загальних капітальних витрат і така ж частка загальних експлуатаційних витрат. Тому подальше вдосконалення цих процесів і устаткування, використання найбільш ефективних і економічних способів подрібнення є актуальним.

Одним з видів дробильного обладнання є валкові дробарки, що знаходять широке застосування під час переробки руд чорних і кольорових металів та іншої нерудної сировини [3].

У двовалковій дробарці дроблення проводиться шляхом захоплення валками, що обертаються назустріч один одному великих, шматків матеріалу. Захоплені шматки роздавлюються і розколюються з частковим стиранням і випадають під дією сили тяжіння.

При попаданні шматків, що не дробляться, валки розходяться пропускаючи такі шматки і повертаються по дію пружин. Причому зусилля при якому валки розходяться, регулюються підтяжкою пружин. Слід зазначити, що на виробництві випадки потрапляння шматків, що не дробляться, у дробарку не поодинокі. Кожне таке потрапляння викликає неабиякі динамічні навантаження, як на валки зокрема, так і на всю конструкцію дробарки в цілому. Вкрай важливим при цьому є час реагування пружної системи дробарки на таку подію, адже це є час роботи дробарки в умовах перевантаження, яке відбивається на металоконструкції дробарки і на роботі приводного електродвигуна.

Крім того кінематична система дробарки, що має менший час реакції є дещо більш м'якою і більш динамічною. Така система має ще одну перевагу у порівнянні з традиційною більш жорсткою системою, а саме вона дозволяє подрібнювати шматки матеріалу у більшому діапазоні та уникати при цьому переподрібнення [1,2].

Отже, дослідження шляхів зменшення часу реакції пружної системи валкової дробарки на шматки, що не дробляться з метою підвищення надійності і строку є актуальним науково-технічним завданням.

Об'єктом дослідження є процес проходження крізь дробарку шматків матеріалу, що не дробиться. Предметом дослідження є конструктивні параметри пружної системи двовалкової дробарки.

Для розв'язання поставленого завдання планується проведення аналізу шляхів зменшення часу реакції пружної системи валкової дробарки на шматки, що не дробляться. Надалі за результатами аналізу будуть проведені дослідження перспективної кінематичної схеми дробарки із застосуванням методів комп'ютерного моделювання з метою визначення раціональних конструктивних параметрів. Наприкінці на основі проведених досліджень розроблено рекомендації.

### Список літератури

1. Хруцкий А.А., Громадский А.С., Федоренко К.В. Моделирование упругих опор на пружинах сжатия в среде CosmosMotion // Вісник Криворізького технічного університету: зб. наук. праць. – Кривий Ріг. – 2011. – Вип. 27. – С.174-176
2. Хруцкий А.А., Федоренко К.В. Аналитическое исследование динамики двухвалковой дробилки с качающимся валком // Качество минерального сырья: сб. научн. трудов. – Кривой Рог. – 2011. – С.366-369.
3. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкции, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУЦІЇ ВІБРАТОРУ З ПІДВИЩЕНОЮ НАДІЙНІСТЮ СИНХРОННО-СИНФАЗНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ

Рішення задач, що стоять перед гірничодобувними і переробними галузями промисловості, що визначає головним напрямом всемірну інтенсифікацію виробництва на основі науково-технічного прогресу, вимагає постійного вдосконалення гірничо-збагачувального устаткування.

Вібраційні грохоти широко застосовуються на збагачувальних і агломераційних фабриках, металургійних заводах, підприємствах будівельної індустрії. Забезпечення високих технологічних і експлуатаційних якостей цих машин, міцності і надійності достатньо складно і базується на використанні сучасних досягнень механіки.

До теперішнього часу при тісній співпраці багатьох науково-дослідних і проектно-конструкторських організацій з машинобудівними заводами грохоти, що серійно випускаються, мають відпрацьовані оптимальні схеми віброзбуджувачів коливань і методи їх розрахунку, раціональні конструктивні форми і методи розрахунку робочих органів грохотів - коробів і окремих їх елементів. Також вдосконалено способи з'єднання елементів коробів, віброізоляції грохотів, сприяючи зниженню динамічних дій машини на будівельні конструкції і зменшенню шуму у виробничих приміщеннях, що виключають шкідливу дію вібрацій на обслуговуючий персонал.

У сучасних грохотах найбільшого поширення набули інерційні віброзбуджувачі направленої дії, а точніше дебалансні із самосинхронізацією, тобто без безпосереднього кінематичного зв'язку між обертаючимися дебалансами.

До переваг такої системи самосинхронізації можна віднести те, вона дозволяє відмовитися від кінематичного зв'язку між валами, а саме від зубчатої пари. Проте самосинхронізація має і ряд недоліків, а саме чутливість до зміни зовнішніх властивостей системи [1-3].

Базовим показником роботи грохоту є ефективність (точність) просівання, яке кількісно оцінює повноту відділення дрібного матеріалу від крупного при грохоченні і виражається у відсотках або в частках одиниці відносини маси підгратного продукту до маси нижнього класу в початковому матеріалі.

Підвищення ефективності просівання можна досягти шляхом підвищення стабільності роботи віброзбудника грохоту особливо при грохоченні різномірних за крупністю матеріалів.

Нестабільність роботи самобалансного інерційного віброзбудника грохоту, особливо при просіюванні різномірних за крупністю матеріалів, негативно впливає на ефективність просіювання. Більш стабільні інерційні віброзбудники з механічним зв'язком між дебалансами (зубчасті колеса) забезпечують потрібну стабільність, але мають у свою чергу недоліки.

Отже, дослідження шляхів підвищення надійності синхронно-синфазного режиму роботи приводу збудника та обґрунтування такої конструкції є актуальним науково-технічним завданням.

Одним з шляхів розв'язання такого завдання є застосування нового типу вибровозбуджувача направленої дії. Для підвищення надійності синхронно-синфазного режиму роботи приводу збудника використовується пружний зв'язок між його валами. Це дозволяє відмовитися від жорсткого кінематичного зв'язку зубчатої пари і при цьому використовувати переваги самосинхронізації, тобто використовувати пружний зв'язок, що значно знижує накопичення залишкових напружень і продовжує термін служби основних вузлів вибровозбуджувача.

### Список літератури

1. Вайсберг Л.А., Рубисов Д.Г. К технологическому расчету вибрационных грохотов. // Обогащение руд. № 5.1991 г. Стр. 19-23.
2. Кумпикас А.Л., Рагульские К.М. Самосинхронизация и динамическое гашение колебаний фундаментов машин. Труды по теории и применению явления синхронизации в машинах и устройствах. Вильнюс: «Минтис». 1966 г.
3. Нагаев Р.Ф., Шишкин Е.В. Самосинхронизация инерционных вибровозбудителей в вибрационной конусной дробилке // Обогащение руд. №1.2003 г. Стр. 33 -36.

А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд. тех. наук, ст. викладач  
С.А. МАНАГАРОВ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БАРАБАНАУ МЛИНА КУЛЬОВОГО ТИПУ МШР-3200x3100 ПІДВИЩЕНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОДРІБНЕННЯ**

У зв'язку з безперервно зростаючою роллю збагачення у виробництві товарної руди перед збагачувачами поставлено великі завдання у справі підвищення темпів розвитку збагачення на базі нової техніки і передових технологій з використанням при цьому останніх досягнень науки і техніки, а також досвіду найбільших гірничозбагачувальних підприємств.

Для подрібнення корисних копалини найбільшого поширення набули барабанні (кульові і стрижньові) млини. Кульовий млин з розвантаженням через грати (МШР) являє собою циліндричний барабан, зварений з листової сталі, який спирається порожніми цапфами на корінні підшипники ковзання і має равликовий або комбінований живильник.

Експлуатація млинів супроводжується витратою подрібнювальних тіл, вартість яких може бути порівняна з вартістю енергетичних витрат. Часто саме вона у кінцевому підсумку визначає вибір способу подрібнення - без чи з металевими подрібнювальними тілами. Кулі виготовляють прокаткою, куванням чи штампуванням з різних марок сталі. Діаметр куль - 15... 125 мм. Для забезпечення твердості 300...400 НВ кулі піддають загартуванню. На поверхні куль не повинно бути тріщин, закатів, пузирів. Рациональний діаметр куль визначається крупністю подрібнюваного матеріалу.

При роботі млина матеріал подрібнюється падаючими кулями. Сила удара певним чином залежить від маси кулі. При зменшенні розміру шматка породи ефективність подрібнення зменшується, оскільки шматки провалюються між кулями. При зменшенні розміру самих подрібнюючих куль ефективність подрібнення також зменшується, оскільки енергія удару кулі при падінні в наслідок невеликої ваги зменшується.

Таким чином можна виділити 3 зони, які характеризуються розміром шматків подрібнюваної породи та подрібнюючих куль. Перша зона – зона завантаження характеризується максимальним розміром шматків матеріалу та номінальним діаметром куль.

Друга зона по середині барабану млина характеризується напівподрібленим матеріалом та кулями на початковому зношенні. Третя зона – зона розвантаження характеризується товарним розміром матеріалу та спрацьованими кулями. Отже ці три зони для нормальної роботи потребують свої особливі режими.

Одним зі шляхів розв'язання цієї проблеми є встановлення ґрат у барабані, що розділяють вище названі зони та мають розмір отворів, що відповідає крупності куль у кожній зоні.

Але таке рішення не у повній мірі дає змогу встановити у кожній зоні рациональний режим роботи, яких характеризується висотою падіння дроблячих тіл та матеріалу.

Для збільшення ефективності подрібнення пропонується розділити кулі і породи за крупністю за рахунок зміни форми барабана млина. Такий барабан має складну конічну форму з 3 характерними зонами, що відрізняються параметрами конусності – 1 зона- зона основного подрібнення, 2-зона вторинного подрібнення, 3 – зона доподрібнення і розвантаження.

У першій зоні кулі змішуються з надходячою породою з живильника і тут проходить інтенсивний процес подрібнення. У цій зоні максимальна висота підйому куль і породи у барабані, енергія удару і руйнування, максимальні розміри куль і породи. У другій зоні порода продовжує додрібнюватися. У третій зоні опиняються кулі меншого діаметру – більш зношені, а також надходить більш дрібна порода. У цій зоні порода до подрібнюється і розвантажується.

Застосування такого барабану дає змогу встановити для кожної зони свій режим подрібнення завдяки різним діаметрам барабану для кожної зони, що дозволяють регулювати відцентрову силу, яка діє на кулі та матеріал і впливає на висоту їх підйому.

Отже, обґрунтування параметрів конічного барабану кульового млина з підвищеною ефективністю подрібнення матеріалу створення рациональних режимів роботи у кожній зоні млин є актуальним науково-практичним завданням.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. н., професор, А.О. ХРУЦЬКИЙ, к. т. н., доцент, Р.Д. ПЛІСВ, магістрант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО КОЛЕСА ГРУНТОВОГО НАСОСУ ТИПУ 8 ГР З ПІДВИЩЕНИМ СТРОКОМ СЛУЖБИ

Стационарні машини і установки грають важливу роль у збільшенні виробничих потужностей і підвищенні техніко-економічних показників гірничо-збагачувальних підприємств. На сучасних підприємствах вони є найбільш численними, енерго- і металоємними. В цілому на сучасному гірничому підприємстві споживання енергії стаціонарним устаткуванням досягає 75 - 80%. Від їх роботи істотно залежать умови і безпека праці гірників.

Грунтові насосні установки призначені для транспортування на збагачувальних фабриках абразивних гідросумішей з вмістом твердої речовини за об'ємом до 30 - 40% і щільністю пульпи до 2800 кг/м<sup>3</sup>. Допустима крупність твердих включень в пульпі: до 6 мм для насосів з металевим робочим колесом і до 2 мм при застосуванні гумованих робочих коліс. Зазвичай потік гідросуміші в каналах насосів турбулентний. В той же час в потоці гідроабразивної суміші відбувається інтенсивне вихороутворення, яке обумовлює пульсації абразивних часток рідини, що знаходяться у вихровому русі. Внаслідок наявності вихорів і турбулентності потоку миттєва швидкість часток може змінюватися у будь-яких напрямках. В результаті цього тверді частки, що містяться в потоці, ударяють по поверхні деталей під різними кутами атаки, викликаючи тим самим її інтенсивне зношення.

Зазвичай наслідки зношення гідромашин у результаті зношування їх робочих деталей в гідроабразивних середовищах проявляються двояко. По-перше, погіршуються технологічні і енергетичні показники машин (знижуються продуктивність і ККД; зростають втрати цінних компонентів і витрата електроенергії), по-друге, для проведення ремонтних робіт по усуненню наслідків зносу робочих деталей потрібно значні витрати праці, матеріалів і запчастин. На збагачувальних фабриках лопатеві насоси працюють до повного спрацювання. Дослідження показують, що ККД зношеного насоса на 15-20 % нижче за новий.

Лопаті робочих коліс відцентрових насосів руйнуються зазвичай зі всмоктуючого боку. Інтенсивність зношення збільшується у напрямку до вихідної лопаті. Якщо вихідні кромки загострені, то вони можуть бути схильні до дуже інтенсивного руйнування кавітації.

У міру зношування вхідних кромки лопатей змінюється напірна характеристика насоса. Вхідні кромки поступово коротшають, особливо з боку провідного диска, змінюється кут атаки і збільшується відносна швидкість потоку, оточуючого лопаті. При цьому теоретичний натиск, залежний від потужності насоса, не змінюється, а натиск насоса знижується, що вказує на збільшення гідравлічних втрат на вході в колесо. При зношуванні вхідних лопатей істотно погіршується і всмоктуюча здатність насоса. У міру підвищення зносу збільшується середній радіус розташування вхідної кромки лопаті, що призводить до зменшення меридіанальної швидкості потоку на вході в колесо і збільшення його окружної швидкості, особливо в місцях максимального зносу.

Існуючі методи захисту робочих коліс ґрунтових насосів, слід відмітити, що в будь-якому разі зношення має місце оскільки є контакт робочих поверхонь, зміцнених тим чи іншим способом, з пульпою. Радикальне рішення проблеми зносу полягає в усуненні контакту абразивного середовища з робочими поверхнями насоса.

Отже, дослідження шляхів зниження зношення робочого колеса ґрунтового насоса активними методами, що усувають контакт абразивного середовища з поверхнями робочого колеса є актуальним науково-практичним завданням.

Об'єкт дослідження – процес протікання пульпи у робочому колесі. Предмет дослідження – параметри додаткового підпору рідини у робочому колесі.

Дослідження передбачає вирішення наступних задач: створення адекватної комп'ютерної моделі протікання пульпи у робочому колесі; проведення досліджень необхідних параметрів підпору; розробка конструктивних рекомендацій щодо удосконалення конструкції ґрунтового насоса.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДРОБАРКИ ТИПУ КМД-2200 ДЛЯ ДРОБЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ РІЗНОЇ ТВЕРДОСТІ

Гірничо-збагачувальний комбінат має у своєму складі гірничо-транспортний та дробильно-збагачувальний комплекси. Машини для дроблення і транспортування корисних копалини широко застосовуються в гірничо-металургійній промисловості. Дробарки, стрічкові конвеєри і бункери грають велику роль при добувці і переробці корисних копалини. Тому велике значення має підвищення коефіцієнта використання устаткування дробильних відділень і дробильних фабрик.

Метою дроблення і подрібнення є придання шматкам матеріалу певного розміру або розкриття рудних зерен породи при збагаченні. У першому випадку ця операція має самостійне значення і не пов'язана із збагаченням. Наприклад, дроблення руди, що здобувається, з метою зниження розмірів її шматків до необхідних розмірів для завантаження в печі, дроблення коксу і вапняку для усунення крупних шматків.

Але дроблення і подальше подрібнення руди на збагачувальних фабриках є підготовчою операцією до збагачення і повністю підпорядковані йому. Технологічними показниками процесу дроблення є ступінь і ефективність дроблення.

Вартість дроблення і подрібнення в собівартості залізно-рудного концентрату складає близько 40%, а вартість устаткування для дроблення і подрібнення – 60% всіх капітальних вкладень в будівництво збагачувальних фабрик.

При дробленні руди з'являється пружна і пластична деформація дробимого тіла, утворюються нові поверхні його, долаються сили як внутрішнього, так і зовнішнього тертя. У зв'язку з складністю процесу дроблення поки немає єдиної універсальної теорії дроблення.

У конусних дробарках матеріал дробиться у кільцевому просторі, утвореному зовнішньою нерухомою конічною чашею (верхньою частиною станини дробарки) і розташованим усередині цієї чаші рухомим конусом, що дробить, насадженим на вал. Сам вал спирається на сферичний підп'ятник, на який спирається конус, що дробить, і жорстко закріплений на валу.

Дроблення матеріалу в конусних дробарках відбувається безперервно, оскільки при будь-якому положенні ексцентрикового стакану на поверхні конічної чаші завжди є крапка, до якої наближається конус, що дробить, і в якій відбувається дроблення. Безперервність дроблення дозволяє будувати конусні дробарки без важких маховиків, а також, в порівнянні з шокковими дробарками, збільшувати тривалість дроблення та його продуктивність.

Конусні дробарки підтримують специфічні робочі режими для різних матеріалів. Форма конуса, що дробить, кута його нахилу, ширина щілини і числа оборотів – основні параметри, які зазвичай розглядаються при виборі дробарки. На різних дробильних заводах і збагачувальних фабриках умови роботи дробарок сильно відрізняються. Це обумовлено різними властивостями дроблених порід. Тому вибір дробарки з оптимальними параметрами, часто заснований на попередньому досвіді роботи з дробленими матеріалами.

Для дробарок, які працюватимуть в таких різних умовах, загалом не можливо підібрати параметри, щоб вони оптимально відповідали для будь-якого початкового матеріалу.

Тому необхідно мати в наявності дробарку, яка може бути скоректована в кожному випадку для оптимізації роботи будь-якими матеріалами. Ідеальна дробарка дозволила б операторові оптимізувати свої параметри для отримання максимальної та продуктивності та якості продукту у кожному випадку.

Отже, дослідження раціональних параметрів конусної дробарки зі змінним кутом нахилу рухомого конусу і змінної величина розвантажувальної щілини є актуальним науково-технічним завданням.

Так конструкція дробарки дозволить покращити показники процесу дроблення, збільшити надійність механічного устаткування і його міжремонтні терміни експлуатації.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд.тех.наук, проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд.техн.наук, доцент  
К.К. СИМОНЕНКО, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МУФТ ДЛЯ НАДПОТУЖНИХ МЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ ГІРНИЧИХ МАШИН**

Подальший розвиток промисловості вимагає створення і впровадження принципово нових знарядь праці, матеріалів, технологічних процесів, що перевершують за своїми техніко-економічними показниками кращі вітчизняні і світові досягнення, підвищення ефективності устаткування, поліпшення якості і його надійності. Рішення цієї найважливішої технічної задачі багато в чому залежить від підвищення довговічності деталей і вузлів машин.

Муфти, що входять в багато механізмів, є відповідальними вузлами, що часто визначають надійність і довговічність всієї машини. Вони належать до найважливіших пристроїв, без яких немислимо сучасне машинобудування.

Основне призначення муфт - передача обертання і моменту (без зміни його величини і напрямки) з одного вала на інший або з вала на вільно сидить на ньому деталь (шків, зубчасте колесо, зірочку і т.п.) і назад.

Поряд з кінематичною і силовий зв'язком окремих частин машини муфти повинні забезпечувати компенсацію шкідливого впливу поздовжнього, поперечного і кутового зміщення осей з'єднувальних валів, обумовленого неточностями виготовлення та складання або конструктивними факторами та амортизацію виникають при роботі вібрацій, поштовхів і ударів.

Різноманітність завдань, що вирішуються за допомогою муфт, і вимог, що пред'являються до них відповідно до умов експлуатації машин і агрегатів, привело до використання в машинобудуванні великої кількості конструкцій муфт різних видів. При цьому нерідко зустрічаються складні комбіновані муфти, що об'єднують властивості декількох типів простих муфт. Все це ускладнює проведення строгої типізації існуючих видів муфт і приводить до створення складних систем класифікації. Також ускладнюється і вибір того або іншого типу муфти стосовно даних умов при проектуванні машини.

Особливо складно підібрати муфту для умов підвищених потужностей і обертаючих моментів, що характерні для двигунів дробарок, млинів, прокатних станів, металургійного устаткування, шахтних підйомних машин і ін. Передавані потужності для перерахованого устаткування складають від 3000 кВт до 12500 кВт, обертаючі моменти - від 160 кНм до 1000 кНм і більш.

Як було сказано раніше підвищені потужності і обертаючі моменти, характерні для механізмів дробарок, млинів, прокатних станів, металургійного устаткування, шахтних підйомних машин і ін.

Складність, а іноді неможливість підібрати муфту для передачі потужностей від 3000 кВт до 12500 кВт і обертаючих моментів - від 160 кНм до 1000 кНм, що характерні для двигунів дробарок, млинів, прокатних станів, металургійного устаткування, шахтних підйомних машин і ін. є актуальною технічною проблемою.

Отже, обґрунтування параметрів муфт для передачі обертального моменту до 12 МНм, які дозволяють компенсувати подовжній, поперечний і кутовий зсув осей валів, що сполучаються, а також амортизувати виникаючі при роботі вібрації, поштовхи і удари є актуальним науково-технічним завданням.

Об'єктом дослідження є напруження, що виникають у деталях муфт. Предмет дослідження – конструктивні параметри пружних муфт.

У ході дослідження передбачається вирішення наступних задач: проведення аналізу існуючих конструкцій муфт з точки зору їх модифікації для передачі великих потужностей та обертальних моментів; обґрунтування параметрів існуючих муфт розрахунок муфт відповідаючи висунутим раніше вимогам; розробка рекомендацій на проектування муфт для надпотужних передач.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, док.тех.наук, проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд.техн.наук, доцент  
Е.Е. СУКІАСЯН, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ ТИПУ ДВГ-350x460**

Процеси дроблення та подрібнення мають вельми велике значення, на їх здійснення витрачається не менше 20% всієї споживаної в світі енергії при ККД обладнання, як правило, не більше 1%.

Дробильний агрегат містить в собі робочий інструмент, який здійснює переробку твердих матеріалів за якимсь законом, обумовленим його конструкцією і принципом дії. В даний час в техніці немає більшого різноманіття машин за своїм виконанням, ніж дробильно-розмельні, як немає і більш недосконалих, ніж вони.

Головним резервом зниження витрат при видобування корисних копалин є удосконалення виробництва, на яких здійснюється комплексна переробка речовин і виходить продукт, що забезпечує техногенні і побутові потреби, - це цементні і гірничозбагачувальні комбінати, цегляні і силікатні заводи, комплекси з виробництва хімічної сировини і металургії.

Зараз на ці цілі витрачається до 50-55% усієї вироблюваної електроенергії і 35-38% всіх інших видів енергоресурсів.

Процес подрібнення це не просто збільшення числа частинок і зменшення їх розмірів, але перш за все спосіб управління властивостями матеріалу на всіх етапах його переробки. Кінцевий продукт в залежності від цілей його використання може відрізнятися як розміром частинок і гранскладу, так і формою одержуваних шматків.

Валкові дробарки широко застосовуються у гірничовидобувній та металургійній та інших видах промисловості, особливо при подрібненні в'язких і вологих матеріалів

Валкові дробарки застосовують для середнього й дрібного дроблення матеріалів в основному середньої міцності. Привод валків має одну особливість: він повинен допускати подовжній рух одного або двох валків. Валки робляться рухомими для пропускання недробимого матеріалу

Привод валків здійснюється декількома способами: за допомогою карданних валів змінної довжини, що приєднуються від роздавального редуктора до кожного валка; за допомогою ремінної передачі до кожного валка; за допомогою зубчастої передачі зі спеціальними подовженими зубцями.

Усі вище названі способи мають низку недоліків. Так використання карданних валів, що застосовуються для потужних дробарок, збільшує габарити та металоємність дробарної установки, а самі карданні вали піддаються скручуванню.

Ремені у разі використанні ремінної передачі, що застосовується у дробарках низької потужності, при русі валків можуть проковзувати та, внаслідок цього, швидко виходити з ладу.

При використанні зубчастих передач для дробарок середньої потужності металоємність дробарки є мінімальною оскільки застосовується тільки один приводний двигун, а зубчасті колеса забезпечують порівняно просту конструкцію. Але подовжені зубці коліс не можуть передавати великі обертальні моменти, особливо погано сприймають динамічні навантаження. Таким чином, існує потреба у розробці уніфікованої передачі від електродвигуна на валки дробарки.

Отже, дослідження з обґрунтування раціональних параметрів зубчастої передачі зі змінною міжосьовою відстанню, що може змінюватися у досить значних межах (150% від початкової міжосьової відстані) та придатна для використання як у потужних дробарних установках, так в установках низької потужності та має невеликі габарити і металоємність є актуальним науково-практичним завданням.

Такі зубчасті передачі зі змінною міжосьовою відстанню може бути використано не тільки у конструкції валкових дробарок, але і у конструкціях інших промислових машин, зокрема у приводах валків клітей прокатних станів.



**ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРОІЗОЛЮЮЧИХ  
ЕЛЕМЕНТІВ НА ПРИКЛАДІ ГІРНИЧИХ МАШИН**

Вібраційно-транспортні машини знайшли широке застосування в гірничовидобувній галузі і займають значне місце в технологічному процесі. У зв'язку з широким використанням вібро-транспортуючих машин з інтенсивним динамічним впливом виникає проблема забезпечення високої ефективності їх віброізоляції при безфундаментній установці [1]. Для вібраційної техніки промислових підприємств в якості пружних опорних елементів переважно використовуються сталеві циліндричні пружини. Специфіка роботи машин часто не дозволяє вирішувати проблеми зменшення вібрації і шуму за рахунок зниження віброактивності джерела. Тому ефективним є способи, пов'язані зі зменшенням вібрації на шляху її поширення, тобто відбиття вібрацій на кордоні розділу двох тіл за допомогою віброізолюючих систем. Широке поширення, як в Україні, так і за кордоном отримали віброізолюючі системи з використанням еластомерних конструкцій на основі гум [2, 3]. Найбільшого поширення в практиці отримали пружні елементи у вигляді суцільних або порожнистих гумових і гумометалевих циліндрів з різною формою вільної поверхні. Порожні циліндричні гумові елементи, як правило, використовуються для віброізоляції машин порівняно невеликої (до 20-30 т) маси; суцільні і гумометалеві віброізолятори застосовуються для віброізоляції важких (30 т і більше) машин. Тривалий досвід експлуатації віброізолюючих систем в умовах гірничого, гірничо-металургійного виробництва показав, що використання таких віброізоляторів дозволяє підвищити довговічність і надійність машин, забезпечити виконання санітарних норм на майданчиках обладнання і тим самим захистити обслуговуючий персонал і опорні конструкції від шкідливої дії вібраційних навантажень.

Залишаються не вирішеними завдання раціонального проектування віброізолюючих систем, що включають забезпечення необхідної якості віброізоляції з одночасним забезпеченням припустимих переміщень і стійкості віброізоляторів.

Проведені раніше дослідження [1-3] недостатньо розкривають вплив різних порожнин в гумових амортизаторах на їх жорсткість, що знижує можливість застосування таких амортизаторів у вібраційно-транспортних машинах. Слід також відмітити, що для вібраційних машин рекомендовано застосування податливіших амортизаторів з меншою жорсткістю, що обумовлюється коефіцієнтом передачі зусиль на несучі конструкції.

Тому виникла необхідність проведення ряду експериментів, які б дозволили порівняти параметри жорсткості гумових амортизаторів з параметрами жорсткості використовуваних в промисловості сталевих циліндричних пружин, адже заміна металевих пружин на дешевші гумові амортизатори представляється дуже привабливою.

Дослідити вплив різних порожнин в гумових амортизаторах на їх жорсткість для зменшення відношення власної ваги до несучої здатності і вартості виробництва амортизаторів і можливість застосування таких амортизаторів у вібраційно-транспортних машинах є актуальним науково-технічним завданням.

У рамках дослідження планується проведення аналізу конструкцій гумових амортизаторів, методів їх розрахунків та причин, що призводять до швидкого виходу з ладу та методи підвищення довговічності, а також проведення аналітичного дослідження основних конструкцій резинових амортизаторів, для визначення залежностей сила-деформація і жорсткість-деформація.

*Список літератури*

1. **Потураев В.Н., Дырда В.И.** Вибрационные машины для выпуска и доставки руды. Киев: Наукова думка, 1981 – 147 стр.
2. **Дырда В.И.** Резиновые элементы вибрационных машин. Киев: Наукова думка, 1980 – 150 стр.
3. **Дырда В. И., Маркелов А. Е.** Резиновые детали технологических машин. М.; Днепропетровск: Авантаж, 2008. 316 с.

А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд.техн.наук, доц., В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд.тех.наук, ст. викладач  
Д.О. ЧОРНИЙ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ ТИПУ ККД-1500/180

У гірничовидобувній галузі промисловості рудоподготовки в значній мірі визначає кінцеві технологічні та економічні показники підприємства. Метою роботи підприємства є максимальне підвищення рентабельності виробництва, що забезпечується при найвищій продуктивності і мінімальних експлуатаційних витратах на випуск продукції. Ці показники в рівній мірі застосовні і для процесу подрібнення, пов'язаного як з витяганням корисних компонентів з гірської маси, так і з виробництвом залізородних окатишів або інертних наповнювачів для бетону і дорожньо-будівельних матеріалів.

Конусні дробарки є легко прогнозованими, з точки зору результатів їх роботи машинами і, завдяки вибірчій дії, забезпечують найбільш ефективно дроблення твердих і абразивних руд, до яких відносяться мідні і залізні руди. Конструювання конусних дробарок здійснюється на основі новітніх розробок конструкційних матеріалів, наукових досліджень, накопиченого досвіду їх експлуатації.

Обмеження щодо використання конусних дробарок пов'язані з перевищенням у виробничих умовах наступних параметрів їх роботи: граничного обсягу матеріалу, що завантажується; граничної встановленої потужності двигуна; граничних зусиль всередині камери дроблення.

Граничний обсяг матеріалу, що завантажується має місце, коли швидкість подачі дробленого матеріалу відповідає швидкості його проходу через камеру дроблення. Гранична потужність обумовлена міцністю рама і компоненти приводу дробарки

Використання конусних дробарок вдосконаленої конструкції завдяки меншій масі і компактності забезпечує значно менші витрати на зведення фундаменту і будівлі. Разом з тим, завдяки більш високій одиничній продуктивності скорочується число необхідних дробарок, що призводить до скорочення переліку і вартості допоміжного обладнання та систем управління.

Як показує багаторічний досвід експлуатації дробарки ККД-1500/180, основними причинами виходу її з ладу були руйнування зубів конічної зубчатої передачі, вихід з ладу ременів і шківів ремінної передачі і підшипників.

Поломка зубів є найбільш небезпечним видом руйнування, що приводить до виходу з ладу передачі і часто до пошкодження інших деталей із-за попадання в них шматків зубів, що виламалися. Вона викликається великими перевантаженнями ударної або статичної дії, повторними перевантаженнями, що викликають циклову втому матеріалу.

Основними причинами виходу з ладу ременів є не рівномірне підвищене зношення ременів через відсутність можливості регулювання кожного ременя індивідуально; підвищена запиленість та вологість приміщення та дія інших несприятливих чинників.

Крім того, наявність вищезгаданих несприятливих чинників є слідством того, що безперервний графік роботи дробарки істотно ускладнює проведення своєчасного догляду за зубчастими колесами, підшипниками та іншими елементами дробарки, а також виконання змащувальних і регулювальних робіт.

Одним зі шляхів подолання вищезазначених недоліків у роботі дробарки є заміна існуючого приводного електродвигуна на декілька еквівалентних за сумарною потужністю гідравлічних двигунів. Таке рішення дозволить застосувати декілька зубчастих коліс, що надасть змогу більш рівномірно розподілити навантаження на конічний вінець стакану дробарки, прибрати довгий приводний вал и перенести самі гідродвигуни ближче до конусу.

Отже дослідження з обґрунтування раціональних параметрів мультидвигунного гідравлічного приводу конусної дробарки крупного дроблення з метою збільшення строку служби конічних зубчастих коліс та підшипників є актуальним науково-технічним завданням.

### Список літератури

1. Муха Т.И. и др., Приводы машин. Справочник, - Л.: Машиностроение, 1975. –365с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ РОЛИКІВ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

Економічна ефективність роботи вугледобувних підприємств у значній мірі залежить від технічного стану, грамотної експлуатації і обслуговування устаткування, мінімізації часу і коштів на усунення несправностей. В даний час значну частину собівартості руди складають витрати на його транспортування від очисного вибою до поверхні шахти, що робить актуальним пошук резервів підвищення ефективності використання шахтних транспортних засобів, зокрема, стрічкових конвеєрів.

На даний час для транспортування насипних вантажів на підприємствах гірничодобувної, металургійною, хімічною, і інших галузей промисловості широкого поширення набули конвеєри різних типів. Перспективи застосування конвеєрів на гірських підприємствах величезні, маючи на увазі їх використання для транспортування не тільки рихлих, але і скельних гірських порід.

Стрічковий конвеєр - одне з найбільш високопродуктивних транспортних засобів, що застосовуються на гірничодобувних підприємствах, як на відкритих рудниках, так і в підземних шахтах, він є однією з ланок у системі гірничодобувного обладнання, і забезпечує безперебійний цикл технологічного процесу. Прості конвеєрів неприпустимі, оскільки це може призвести до зупинки всього підприємства, що викликає серйозні економічні втрати. Вони стали більш складними, зросла продуктивність, істотно посилюються стандарти екологічної безпеки і охорони праці. У зв'язку з цим, суттєво зросли вимоги до складових елементів конвеєрів (це опорні ролики, прямі ролики, конвеєрна стрічка, приводний станція і металоконструкції). Особливо великі навантаження в добувній і гірничорудній промисловості припадають на ролики в вузлах завантаження, оскільки тут найчастіше присутні як динамічні, так і ударні навантаження. Основні складові елементи стрічкового конвеєру загального призначення стандартизовані. Однак можна виділити ролики як одні з наймасовіших складових стрічкового конвеєра. При цьому виробництво якісних деталей і вузлів для стрічкових конвеєрів тісно пов'язане зі стійким розвитком машинобудування і багато в чому визначає подальшу функціональність, матеріаломісткість і енергоємність стрічкових конвеєрів [1].

З аналізу досвіду експлуатації стрічкових конвеєрів на гірничорудних підприємствах (видобуток вугілля, вапняку, гравію, різних рудних порід) видно, що більшість з них працює в умовах високої вологості і запиленій середовищі, при цьому в ході експлуатації ці фактори роблять свій негативний вплив на вузли конвеєрів. На частку роликів доводиться до 40% всіх витрат на ремонт і обслуговування та до 30% від вартості всього конвеєра. Від їх надійної роботи залежить, як довго прослужить конвеєрна стрічка, і скільки буде споживати енергії вся конвеєрна система.

До роликів висувають жорсткі вимоги. Вони повинні бути недорогими, надійними; у них має бути мінімальний опір обертанню, вони повинні забезпечувати центрування стрічки; задавати стрічці необхідну жолобчасту і сприятливі умови роботи. Таким чином, ролики є однією з найважливіших складових, які визначають працездатність і надійність стрічкового конвеєра, їх якість впливає на довговічність стрічки, яка є одним з дорогих елементів конвеєра (на стрічку припадає близько 60% всіх експлуатаційних витрат).

Отже, дослідження шляхів підвищення надійності і довговічності опорних роликів конвеєрних установок є актуальним науково-технічним завданням.

Основна ідея дослідження, що планується полягає у підвищенні ресурсу (терміну служби) опорних роликів стрічкових конвеєрів, а відповідно і підвищення надійності самих стрічкових конвеєрів, за рахунок вдосконалення конструктивних параметрів роликів і вироблення рекомендацій по технологічному забезпеченню якості деталей ролика.

### Список літератури

1. **Зенков, Р. Л.** Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд.тех.наук, проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд.техн.наук, доцент  
В.А. НЕПОЧАТОВ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ РАМИ КОНСОЛЬНОГО СТРИЧКОВОГО КОНВЕЄРУ КК-1 СКЛАДСЬКОГО ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ГЗК

Здійснення приросту видобутку і переробки корисних копалин можна забезпечити в основному за рахунок підвищення продуктивності праці. Шлях до цього – впровадження високопродуктивної транспортної техніки, поліпшення використання виробничих потужностей.

Переробка рудної маси проводиться на збагачувальних фабриках за різними технологічними лініями для багатой і бідної руди, для руди з шкідливими домішками, для комплексної руди (з декількома корисними компонентами).

Тому руду сортують, поділяють на групи за хімічним складом, вмістом металу; за мінералогічним складом; за гранулометричним складом.

Сортування руди починається у забої (суцільна або селективна виїмка), триває на проміжних складах і відвалах, а закінчується у збагачувальній фабриці.

Усі ці операції потребують використання систем безперервного транспорту для досягнення необхідних показників продуктивності підприємства. Однією з найважливіших проблем є подальший розвиток і вдосконалення транспорту, що відноситься до числа основних ланок технологічного комплексу виробничих процесів збагачувальної фабрики.

Правильний вибір і розрахунок транспортного обладнання, а також його поєднання в схемі транспорту, дозволить знизити витрати ручної праці, підвищити його продуктивність і, в кінцевому підсумку, знизити вартість транспортування вантажів.

У системі транспорту збагачувальних фабрик велику роль відіграють транспортні комплекси складів.

Перевантажувальний конвеєрний комплекс складу концентрату має консольний розвантажувальний конвеєр, що знаходиться на висоті майже 7 метрів, а консоль стріли досягає 12 метрів. Такий конвеєр використовується для насипу конусів концентрату на майданчику складу, який перевантажується зі складського магістрального конвеєру. При цьому сам конвеєрний перевантажувач, до складу якого входить консольний конвеєр, під час роботи рухається вздовж магістрального конвеєру [1].

Важливою вимогою, що висувається до металоконструкції такого консольного розвантажувального конвеєру, крім достатньої міцності та мінімального прогину стріли, є мінімальна вага та габарити, а також здатність витримувати невеликі динамічні навантаження, обумовлені рухом перевантажувача.

Означені вимоги дають змогу сформулювати завдання багатокритерійної оптимізації щодо встановлення оптимальних параметрів металоконструкції ставу консольного конвеєру, а саме мінімізувати масу та габаритні розміри при заданих запасі міцності та максимальному прогині, а також додаткових динамічних навантаженнях [2].

Отже, дослідження та обґрунтування оптимальних геометричних параметрів ставу консольного розвантажувального конвеєру, що мінімізують масу й габарити при заданих обмеженнях по запасу міцності, прогину та додатковим динамічним навантаженням є актуальним науково-технічним завданням.

### *Список літератури*

1. Конвейеры: Справочник / Р. А. Волков, А. Н. Гнутов, В. К. Дьячков и др, Под общ. ред. Ю. А. Пертена. Л.: Машиностроение, Ленингр, отд-ние, 1984. 367 с с ил.
2. **Ним А.Д.** Об экстренных нагрузках от ленточных конвейеров на конструкции зданий и эстакад // Строительные конструкции и архитектура промышленных зданий: Тезисы докладов IV конференции молодых ученых/Уралпром-стройиниипроект.-Свердловск, 1973.-С.21- 22.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОВШІВ РОТОРНОГО ЕКСКАВАТОРУ ТИПУ ЕР-315 ДЛЯ ВІДПРАЦЮВАННЯ СКЛАДНОСТРУКТУРНИХ ПЛАСТІВ**

Багатоковшеві роторні екскаватори в якості робочого органу мають багатоковшевий нескінченний робочий орган у вигляді ротору і відносяться до машин безперервної дії. Усі операції робочого циклу такого екскаватору виконують одночасно, що є прогресивнішими з точки зору підвищення продуктивності праці і зниження собівартості екскавації в порівнянні з екскаваторами циклічної дії. Але застосування таких екскаваторів обмежено міцністю породи. Часто родовища корисних копалин невеликої міцності, які може відпрацьовувати роторний екскаватор мають складну багатшарову структуру, де чергуються шари корисних копалин та порожньої вмшуючої породи. Звідси вникає необхідність вести селективний відробіток складно структурних забоїв зумовило наступні конструктивно кінематичні особливості екскаватора.

Для відробітку таких родовищ розроблено спеціальні високо маневрені роторні екскаватори, які, завдяки своїм конструктивно-технологічні особливостям, забезпечують швидкість підготовки самого екскаватора до роботи і зниження невиробничих витрат при виїмці корисної копалини у складних гірничо-геологічних умовах на ділянках з майданчиками обмежених розмірів зі зволженими підстилаючими породами.

Наведемо деякі особливості таких екскаваторів:

лінійні параметри робочого устаткування забезпечують відробіток уступів заввишки до 12 м і куті  $65^\circ$ ;

продуктивність машини забезпечує її раціональне застосування при селективній виїмці на кар'єра з річним видобутком 1,5 млн. т. при двозмінному режимі роботи;

на роторному колесі 8 ковшів з траєкторним зміщенням зубів, що дозволяє понизити витрати енергії при різанні і та забезпечити розвантаження ковшів, а також отримати необхідні розміри шматків корисної копалини;

конструктивна схема зі зміщенням п'яти роторної стріли та осі повороту відвальної стріли назад, за вісь обертання платформи дозволили частково відмовитися від противаги, що забезпечує відносно малу вагу екскаватора; невеликий питомий тиск опорних поверхонь на ґрунт, підвищення машин, включаючи ділянки, що обводнюють; урівноваження рухливих частин робочого устаткування і задовільну подовжню і поперечну стійкість машини;

наявність механізму безперервного повернення кінця відвальної стріли в точку розвантаження при повороту платформи екскаватора забезпечує повне перевантаження сировини без просипу у вагони;

технологічне використання в комплексі з роторним екскаватором самохідних конвеєрів-перевантажувачів підвищує маневреність екскаватора в забої, що дуже важливо при селективній розробці родовищ.

Традиційно зусилля різання на ковші екскаватора визначається через зусилля різання, віднесене на одиницю довжини зрізу або поперечного перерізу стружки. У минулому було зроблено численні спроби встановити залежність зусиль різання від фізико-механічних властивостей матеріалу. Однак отримані таким чином результати можна застосовувати, як правило, тільки для однотипних екскаваторів з аналогічною формою ковшів і зубів і тільки для аналогічного методу розробки породи з однаковою (з близькою за величиною) продуктивністю і поперечними перетинами стружки. Це пояснюється тим, що питоме зусилля різання не є чистою характеристикою породи, а продуктом взаємодії конструктивних і технологічних параметрів екскаватора і процесу копання з фізичними властивостями породи.

Тому, для нових конструкцій ковшів екскаваторів, які працюють у складних гірничо-геологічних умовах потрібно уточнення методики розрахунку ковшів та визначення раціональних параметрів зубів, які б забезпечили мінімальні витрати енергії при різанні та дозволили отримати необхідні розміри шматків корисної копалини.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЩОКИ ДРОБАРКИ ТИПУ ЩДС-4 x 9**

Щоківі дробарки для переробки міцних рудних і нерудних матеріалів працюють в тяжких умовах, оскільки межа міцності феросплавів при стисненні досягає 1600-2400 Мпа. Стандартні шоківі дробарки розраховані на дроблення рудних і інших матеріалів з межею міцності 250-300 Мпа. При використанні таких дробарок, спостерігається інтенсивний знос плит, що дроблять. Підвищується навантаження на вузли і деталі дробарки.

Основною перевагою шоківих дробарок є здатність дробити матеріал високої твердості, водночас головним недоліком таких дробарок є циклічність їх роботи. Внаслідок цього електродвигун дробарки сприймає нерівномірні пікові навантаження. Для їх вирівнювання у всіх конструкціях дробарок установлені масивні маховики, які сприяють процесу дроблення.

Характер руху основного робочого органу (рухомої щоки) визначає найважливіші техніко-експлуатаційні параметри дробарок. Аналіз кінематичних особливостей механізму шоківих дробарок дозволив розділити їх на дві групи: дробарки з простим і складним рухом щоки.

У дробарці з простим рухом щоки, сама щока здійснює гойдаючі рухи, центром яких є центр вісі підвісу щоки. При цьому найбільший розмах гойдання (хід стиснення) має нижня точка рухомої щоки. Чим ближче розташована точка рухомої щоки до приймального отвору камери дроблення, тим хід цієї точки буде менший.

У дробарці зі складним рухом рухомої щоки траєкторіями руху точок щоки є замкнуті криві, найчастіше еліпси, тобто траєкторіями руху рухомої щоки є замкнута крива. У верхній частині камери дроблення ця крива - еліпс, що наближається до кола, в нижній частині - сильно витягнутий еліпс, який має велику вертикальну складову ходу робочого органу.

Обидва варіанти руху мають свої переваги, недоліки та області застосування.

Згідно з досвідом експлуатації відомо, що у верхній частині завантажувальної щілини, де розмір шматків максимальний, найраціональнішим з точки зору енерговитрат на дроблення та мінімізації стирання дроблячи плит є стискання породи, яке забезпечується гойдаючимся рухом рухомої щоки (як у дробарках з простим рухом щоки). У нижній частині робочого простору дробарки найраціональнішим є вже не стискання породи, а стискання зі стиранням, яке забезпечується еліптичним рухом рухомої щоки (як у дробарці зі складним рухом рухомої щоки). Такий режим дозволяє випускати шматки номінального розміру та не переподрібнювати породу (що дуже важливо при дробленні, наприклад, феросплавів).

З огляду на вище зазначене, одним зі шляхів підвищення ефективності роботи шоківі дробарки є розробка кінематичної схеми дробарки, яка б забезпечила у верхній частині гойдаючийся рух щоки, а у нижній – еліптичний, тобто була б комбінацією кінематичних схем дробарки з простим та складним рухом рухомої щоки.

Така траєкторія руху щоки може забезпечити збільшення строку служби футеровок рухомої та нерухомої щік, збільшити якість дроблення, виключити переподрібнення.

Отже, дослідження і обґрунтування раціональних параметрів кінематичної схеми шоківі дробарки з комбінованим рухом рухомої щоки для підвищення ефективності дроблення міцних порід є актуальним науково-технічним завданням.

Об'єктом такого дослідження є процес руху рухомої щоки дробарки, а предметом дослідження є конструктивні параметри кінематичної схеми шоківі дробарки.

При проведенні дослідження планується розв'язання наступних завдань: аналіз відомих кінематичних схем шоківих дробарок з метою визначення раціональної схем, що задовольняє умовам комбінованого руху щоки; аналітичні дослідження з обґрунтування раціональних параметрів схеми з комбінованим рухом рухомої щоки із застосуванням комп'ютерного моделювання; розробка рекомендацій на проектування шоківих дробарок з комбінованим рухом рухомої щоки з підвищеною ефективністю роботи.

**ТЕХНОЛОГИЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В настоящее время на кафедре технологии машиностроения проводятся исследования в области технологии магнитно-абразивной обработки деталей горных переносных перфораторов ударно-поворотного действия. Современные методы по формообразованию позволяют получать заготовки по форме и размерам близкие к готовым деталям. Однако вопрос получения заданных физико-механических свойств поверхностного слоя, а также качества поверхности всегда остается актуальным. Состояние поверхностей деталей и приповерхностного их слоя в значительной мере определяют их эксплуатационные свойства. Одним из важнейших факторов, влияющих на работу перфораторов, является износ деталей, который вызывает изменение основных характеристик перфоратора: энергии удара, крутящего момента, частоты ударов, расхода воздуха и др. В деталях геликоидальных пар, наблюдаются:

- в поворотных винтах – износ шлицев и поломка корпуса винта;
- в поворотных гайках – износ шлицев и торцов.

Причинами подобных повреждений деталей геликоидальных пар, являются: крепость буримых пород, наличие влаги и абразивных частиц между трущимися поверхностями, точность, прочность, жесткость и наличие смазки.

Определяющими в данном направлении являются финишные методы обработки как жестким, так и гибким инструментом.

Одним из перспективных методов финишной обработки является метод магнитно-абразивного полирования (МАП). Магнитно-абразивная обработка (МАО) предполагает абразивное удаление припуска в присутствии магнитного поля при относительном перемещении абразивных зерен и обрабатываемой поверхности. Проводить такую обработку можно с применением различных абразивных инструментов: суспензий, магнитно-абразивным порошков. Наиболее распространенной областью применения МАО является снижение шероховатости обрабатываемых поверхностей с одновременным повышением их качественных характеристик. Для исследования разработана установка с использованием постоянных магнитов, которая устанавливалась на токарном станке. Магнитно-абразивный порошок располагался между полюсами постоянных магнитов, создавая режущий инструмент. При движении детали через рабочую зону порошок оказывает давление на деталь в каждой точке поверхности, что приводит к съему металла и сглаживанию микронеровностей. Особенности процесса МАО являются: возможность нивелирования абразивных зерен относительно обрабатываемой поверхности; предотвращение перегрузки зерен и появления всплеск мгновенной температуры; отсутствие трения связки о материал детали; отсутствие причин, вызывающих изменение структуры материала в локальных зонах обрабатываемой поверхности и резкое уменьшение, по сравнению со шлифованием цементированным зерном, общей температуры резания. Силовое воздействие зерен порошка на обрабатываемую поверхность в условиях многократного пространственного перемагничивания детали при полировании вызывает упрочнение ее поверхностного слоя, дробление элементов кристаллической решетки с образованием более мелкодисперсной фазы и снижение остаточных растягивающих напряжений с переводом их в сжимающие.

Магнитно-абразивная обработка (МАО) требует дальнейших технологических исследований.

*Список литературы*

1. Иконников А.М. Совершенствование технологии магнитно-абразивной обработки фасонных поверхностей: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.02.08 / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова – Барнаул, 2004.
2. Барон Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов. — Л: Машиностроение, 1986.— 176 с.
3. Сакулевич Ф. Ю. Основы магнитно-абразивной обработки. — Мн: Наука и техника, 1981. — 328 с.
4. Бегагоен И.А Повышение точности и долговечности бурильных машин. / И.А Бегагоен., А.И.Бойко М Недра. 1986. 213с.

О.М. СІНЧУК, д-р техн. наук, професор  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»  
С.М. БОЙКО, Ю.М. ШМЕЛЬОВ, кандидати технічних наук  
Кременчуцький льотний коледж Національного авіаційного університету

### ДО ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УМОВАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вітчизняні залізорудні підприємства (ЗРП), як з підземним способом видобутку залізорудної сировини (ЗРС) так і з відкритим (кар'єрним), відносяться до категорії енергоємних [1]. В той же час, біля 90% спожитої енергії даними видами підприємств, відноситься до розряду електричної енергії (ЕЕ). Однак, ЗРП не є еталоном електроенергоефективності, що в свою чергу впливає на собівартість ЗРС та її конкурентоспроможність.

Безумовно, в умовах ЗРП проводяться певні заходи щодо підвищення їх електроенергоефективності, але вони (заходи), даючи деяку економію коштів за спожиту ЕЕ, все ж таки мають свою межу, яка на даний час вже близька до насичення на гірничих підприємствах України [1-3].

Між тим, в проблемі підвищення енергоефективності в процесі видобутку корисних копалин, та з метою реалізації основних цінностей концепції Smart grid, постає роль застосування альтернативних джерел енергії (АДЕ) в створенні міні- та мікроелектростанцій як додаткових джерел ЕЕ в структурах систем електропостачання цих видів промислових підприємств.

В проблемі підвищення енергоефективності в процесі видобутку корисних копалин, та з метою реалізації основних цінностей концепції Smart grid, постає роль застосування АДЕ в створенні міні- та мікроелектростанцій як додаткових джерел ЕЕ в структурах систем електропостачання цих видів промислових підприємств.

Як показали результати досліджень, найбільш ефективним в цьому напрямку виглядає створення гідроакумулюючих міні- та мікроелектростанцій на базі водовідливів шахт, кар'єрів та збагачувальних комплексів, вітроенергетичних станцій та сонячних електростанцій [1].

Враховуючи переваги та недоліки існуючих методів для вирішення багатокритеріальної задачі вибору джерела альтернативної енергії було обрано метод лінійної згортки як найбільш простий в реалізації, але при цьому достатньо об'єктивний.

Оскільки працездатність альтернативних джерел суттєво залежить від багатьох факторів, необхідно розробляти способи вибору джерела живлення залежно від погодних умов та вимог споживача.

Між тим, розглянутий метод легко розширяється при зростанні кількості альтернатив та критеріїв шляхом збільшення розмірності матриць та їх кількості. Враховуючи просту програмну реалізацію зберігається його гнучкість, що забезпечує швидку обробку даних. Але присутній фактор суб'єктивізму на етапі формування критеріїв.

Обраний для вибору джерела альтернативної енергії метод лінійної згортки дозволяє максимально виключити людський фактор з процесу формування джерел розосередженої енергії на базі альтернативних джерел енергії в умовах залізорудних підприємств за умови відповідного вибору критеріїв. Даний метод легко адаптується при зміні кількості джерел та критеріїв вибору. За результатами попереднього розрахунку за методом лінійної згортки виявлено, що при заданих умовах вітроенергетичні установки є оптимальним варіантом серед представлених джерел альтернативної енергії.

#### Список літератури

1. Сінчук О.М., Сінчук І.О., Бойко С.М., Караманиць Ф. І., Ялова О.М., Пархоменко Р.О. Відновлювані джерела електричної енергії в структурах систем електропостачання залізорудних підприємств. (Аналіз, перспективи, проекти): монографія. – Кривий Ріг: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2017. – 152 с.
2. Леснік С.В., Хижняк Т.А. Застосування методу лінійної згортки для вибору джерела альтернативної енергії – Електроніка и связь №3 2013 – К.: КПІ, 2013. – С. 24-30.
3. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: Підручник, 7-е вид., перероб. та доп. – К.: Вид. дім «Слово», 2006. – 816 с



**СПРОЩЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЗОНИ ЗАХИСТУ СТРИЖНЕВОГО  
БЛИСКАВКОЗАХИСТУ**

Виникнення блискавки завжди було цікавим об'єктом для досліджень науковцями. Таке природне явище можна спостерігати майже в будь-якій частині нашої планети. Місця, де можливе ураження прямим ударом блискавки промислового чи цивільного об'єкту, чи взагалі людини, потрібно забезпечувати якісним блискавкозахистом та завжди неуклінно дотримуватись правил техніки безпеки. Існує кілька видів блискавкозахисту, але в цій доповіді мова буде йти про стрижневий блискавковідвід.

Розрахунок параметрів зони блискавкозахисту сьогодні виконується відповідно до діючої стандартної методики, яка викладена у ДСТУ Б В.2.5-38:2008. В цій методиці в першу чергу вибирається передбачуване значення висоти блискавковідводу і за ним вже розраховується інші параметри блискавкозахисту, наприклад, радіус зони захисту на висоті об'єкта, що захищається та на рівні землі. Застосування такого способу визначення головних параметрів зони захисту викликає необхідність застосування ітераційного процесу для визначення остаточної висоти блискавковідводу за умови розрахунку інших параметрів, що будуть задовольняти вихідним даним. Такий спосіб дещо порушує логіку розрахунку і викликає певні складнощі.

Пропонується спрощена методика, яка була розроблена, ґрунтуючись на дослідженні математичної моделі блискавкозахисту, що складається з одиночного стрижневого блискавковідводу, висотою до 150 метрів. Основними вихідними даними до розрахунку є геометричні розміри об'єкта, географічне місце розташування та необхідна ступінь захисту від прямих ударів блискавки. Зона захисту блискавковідводу являє собою конус. Попередньо приймається припущення, що висота конуса проходить через геометричний центр об'єкта, що захищається.

Поставлену задачу пропонується розв'язати в наступній послідовності:  
визначити необхідний радіус зони захисту на рівні верхнього зрізу об'єкта;  
задатися висотою блискавковідводу (не менше ніж висота об'єкта, рекомендується приймати хоча б 1,1 від висоти об'єкта, що захищається);  
вибрати коефіцієнти, у відповідності з висотою блискавковідводу (представлені у методиці).  
Якщо вказано діапазон висот, тоді необхідно визначити фактичне значення коефіцієнта через рівняння прямої;  
розрахувати висоту блискавковідводу;  
перевірити результати розрахунків.

Для практичної реалізації алгоритму визначення параметрів зони захисту одиночного стрижневого блискавковідводу та для спрощення розрахунків вибрано інтегроване середовище розробки Visual Studio від виробника Microsoft. Програму розроблено на мові програмування високого рівня C#. Такий вибір було зроблено завдяки доступності програмного забезпечення (версія Visual Studio 2017 Community для навчальних і Open Source проєктів) і широкого поширення C-подібного синтаксису мови програмування, що дозволяє використання доступних бібліотек і розширення функціоналу програми, навіть при подальшій розробці іншими програмістами. Інтерфейс програми доволі простий та зручний.

На практичних заняттях з дисципліни «Техніка високих напруг» впроваджено запропоновану спрощену методику визначення основних параметрів зони блискавкозахисту та виконується порівняння отриманих результатів з розрахунками отриманими за стандартною методикою. Розрахунки за спрощеною методикою виконується студентами за короткий час. Похибка розрахунків не перевищує 5 %. У подальшому передбачається розширення функціоналу запропонованої програми та розрахунок параметрів зони захисту, що складається з багатьох стрижневих блискавковідводів.

Доповідь присвячено обґрунтуванню можливості застосування альтернативних методів розрахунку для визначення параметрів зони блискавкозахисту від прямих ударів блискавки та спрощення розрахунків.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ В SIMULINK**

У сучасному світі вже давно йдуть пошуки альтернативних джерел енергії. Перспективним напрямком є розвиток сонячної енергетики. Вона є поновлюваною, доступною і екологічною на стадії вироблення електричної енергії. Завдяки цьому, пошук оптимальних режимів роботи сонячних електростанцій досі залишається актуальним.

Пропонується математична модель сонячної батареї, яка реалізована в програмному середовищі Matlab / Simulink, в якості робочих ланок використано спеціально вбудовані елементи з відповідних бібліотек. Програма дозволяє визначати електричні характеристики панелей в залежності від інтенсивності сонячного випромінювання. Модель складається з кількох підсистем. Підсистема нижнього рівня визначається номінальними параметрами досліджуваної сонячної панелі. Для зручності внесення головних параметрів, таких як струм короткого замикання, напруга холостого ходу, кількість робочих сонячних елементів, робоча температура навколишнього середовища, додатково створено m-файл, до якого звертається програма в процесі роботи. Було виявлено, що саме ці параметри доводиться найчастіше змінювати під час дослідження сонячних батарей різного номіналу.

Основним електричним параметром системи, яка моделює сонячну батарею, є вихідний струм сонячного елемента. Для визначення його величини, необхідно знати струм насичення, щільність випромінювання, робочу напругу та кількість діодів, що використовуються в конкретній електричній сонячній панелі.

За допомогою розробленої математичної моделі виконано перевірочні розрахунки сонячних панелей різних виробників з різними номінальними потужностями. Результати тестування підтвердили базові значення показників, які проводилися для сонячної батареї з активною потужністю 270 Вт. Максимальне відхилення основних електричних характеристик визначене в Simulink від технічних характеристик, які вказуються заводом-виробником, знаходиться в нормативних межах і не перевищує 3 %.

Розроблена модель дозволяє проводити дослідження зміни характеристик сонячної панелі для таких випадків:

- зміна інтенсивності сонячного випромінювання при постійній робочій температурі 25°C;
- зміна робочої температури для заданих значеннях інтенсивності сонячного випромінювання;
- зміна навантаження сонячної панелі.

Математична модель враховує інтенсивність сонячного випромінювання, дозволяє спостерігати та аналізувати зміну струму та напруги. Після запуску програми на виконання спостерігається побудова сімейства ВАХ сонячної панелі. У випадку збільшення інтенсивності сонячного випромінювання струм та напруга також збільшуються, але при цьому напруга має менший розмах. Зміна струму сонячної панелі від інтенсивності відбувається майже пропорційно, спостерігається зростання, та майже не залежить від температури оточуючого середовища в прийнятному діапазоні температур -20°C до 20°C.

При зменшенні температури на 20°C від номінального, струм практично не змінюється, а напруга і потужність зростають приблизно на 10%. У зоні від'ємних температур (при -20°C), струм збільшується не більше ніж на 2%, напруга збільшується на 20%, а потужність на 22%.

Збільшення опору відображується в зменшенні струму в межах 10% та зростанні напруги близько 5%. Визначено, що точність моделі складає 10%, що підтверджується відповідними аналітичними розрахунками.

Доповідь присвячено моделюванню сонячних батарей за допомогою сучасних програмних комплексів. Розроблена математична модель може бути використана під час проектування сонячних електростанцій як побутового так і промислового призначення.

О.М. СИНЧУК, д-р. техн. наук, проф., М.Л. БАРАНОВСЬКА, канд. техн. наук, доцент  
В.О. ФЕДОТОВ, ст. викладач  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РОБОТИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ШАХТНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ПРИ ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЯХ

Основним видом транспорту вітчизняних підприємств з технологіями підземного ведення робіт є електровозний, що забезпечує 100 % вантажоперевезень товарної залізної руди [1]. У загальному обсязі енергоспоживання підземних підприємств частка внутрішньошахтного транспорту (ВШТ) досягає 29 % від загального обсягу енергоспоживання шахти [1]. В останні роки в Україні для вітчизняних гірничих підприємств створені експериментальні зразки нових типів шахтних електровозів – контактно-акумуляторних з ефективними видами тягових електротехнічних систем на основі *IGBT*-інверторів і асинхронних електричних двигунів з короткозамкненим ротором [1]. Головне завдання – створення електровоза з тяговими електроприводами (ТЕП), пристосованим для будови комплексу АСУ ВШТ і, зокрема, автоматичне керування рухом ВШТ при вантажно-розвантажувальних операціях, як найбільш небезпечних, енерговитратних і трудомістких сегментів технології транспортування корисних копалин в умовах даних виробництв [1].

Синтез тягових електротехнічних комплексів (ТЕТК), як складних електромеханічних систем, заснований на системному підході до аналізу їх функціонування у складі електротехнічного комплексу (системи) – електровозосостава (електровоз – вагонетки).

При аналізі процесів системи ТЕТК з метою спрощення процесу пошуку без видимої похибки кінцевого результату прийняті наступні обмеження: транзистори і інші елементи в *IGBT*-перетворювачі з ШІМ мають ідеальні характеристиками (пряме падіння напруги і зворотний струм дорівнюють нулю); величина перехідних втрат напруги в перетворювачі є постійною; рівні напруги джерела живлення, магнітного потоку і швидкості електродвигуна протягом одного періоду перемикання перетворювача, величина якого істотно менше постійних часу  $T_b$ ,  $T_e$ ,  $T_m$ , є постійними; перетворювач, що працює в ключовому режимі, має досить високу частоту комутації і забезпечує безперервний характер струму в колі електродвигуна.

Розроблені моделі дозволяють виконати аналіз систем приводів шахтних контактно-акумуляторних електровозів з метою пошуку і реалізації оптимальних режимів їх функціонування. При вантажно-розвантажувальних операціях ТЕП шахтний електровоз працює в пуско-гальмівних режимах. Для розробки алгоритму управління ТЕТК найбільш реалістичною є трикутна, а не трапецеїдальна форма графіків руху. У розрахунках використані моделі електровозосостава, що враховують пружні і в'язкі властивості як електровоза і вагонеток, так і апарату зчеплення. При моделюванні розглянуті наступні ситуації: зіткнення вагонів при формуванні поїзда, пуск потяга і повне службове гальмування. Зі збільшенням числа завантажених вагонеток ступінь коливання зменшується (ступінь коливання системи  $m = 7$  для однієї завантаженої вагонетки,  $m = 3$  для трьох завантажених вагонеток,  $m = 1$  для шести завантажених вагонеток).

Виявлено рівень впливу системоутворюючих параметрів тягової електромеханічної системи на динамічні властивості шахтної контактно-акумуляторної системи «електровоз – вагонетки». Визначено оптимальні значення параметрів системи, що забезпечують необхідну точність установки вагонеток під вантажним люком для завантаження, тобто точність постановки шахтного електровозосостава під навантаження може бути підвищена шляхом ступінчатого збільшення амплітуди сигналу завдання на переміщення в залежності від кількості завантажених вагонеток. При цьому перехідний процес при завантаженості менш ніж шести вагонеток носить різко коливальний характер.

### Список літератури

1. Синчук О.Н. Перспективы развития шахтных (рудничных) электровозов с энергосберегающими видами тяговых электроприводов / О.Н. Синчук, С.В. Лебедин, И.О. Синчук, О.О. Удовенко, О.В. Пасько // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2006. – № 8 (102). – С. 83 – 92.

**АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ АПАРАТІВ СУХОЇ ГАЗОВОЇ ОЧИСТКИ**

На сучасному гірничому виробництві використовують достатньо складне обладнання пневмозабезпечення, яке передбачає вміст великої кількості елементів. Наприклад: пневматичні бурильні машини, відбійні молотки і т.д. Все це устаткування для своєї механізації використовує стиснене повітря, якість якого суттєво впливає на ефективність.

Проаналізувавши роботи провідних вчених в дослідженні проблем механіки середовищ та сепарації дисперсних систем можна зробити висновок, що існуюче обладнання для сепарації та уловлення домішок в газовому середовищі можна розділити на наступні різновиди, а саме: апарати для осадження, які працюють під дією сили тяжіння; під дією інерційних сил; під дією електростатичних сил; фільтруючі апарати та апарати мокрої очистки.

Процеси сепарації гетерогенної суміші (аерозолі, суспензії, емульсії) зазвичай є результатом коагуляції або зіткнення частин домішок в ході її руху до поверхні для осадження. Явища, які відбуваються при зіткненні частин, при безпосередньому їх русі, складає предмет механіки дисперсної системи гетерогенної суміші [1, 2].

Як відомо основний принцип роботи апаратів сухої очистки є відокремлення полідисперсних частин пилу від газового потоку під дією сил тяжіння. Цей принцип лежить в основі таких апаратів сухої інерційної очистки газів від пилу, як: самоочисні фільтри, масляні фільтри та коміркові фільтри.

Самоочисні фільтри є найбільш поширені в шахтних турбокомпресорних компресорних установках. Досвід експлуатації фільтрів такого типу в зимовий період, засвідчив їх суттєвий недолік, при низьких температурах початкового повітря (особливо при сильних снігопадах) фільтр швидко забивається та перемерзає. Рух шторок при цьому припиняється, а перепад тиску при цьому різко збільшується. Вирішити проблему можливо використавши масло з низькою температурою застигання або здійснити підігрів ванни на температуру не нижче 5-10 °С. Але таке вирішення не є доцільним так як воно збільшує витрати на зміну мастила та енергію використану для підігріву [3].

Металеві масляні фільтри можна віднести до допоміжного обладнання компресорної станції. Такі фільтри використовують для середньої та тонкої очистки початкового повітря. Принцип дії таких апаратів закладається в вловлюванні дисперсних домішок шляхом осадження їх під дією сил тяжіння на масляну плівку насадки [4]. Але як показує практика дана конструкція фільтру має ряд недоліків: не забезпечує тонку очистку початкового повітря при розмірі частин не більш 2мм; додаткові витрати на вісцинове мастило, яке час від часу треба змінювати та зменшення ефективності очищення в час перемерзання мастила в фільтрі.

Як описувалось вище атмосферне повітря вміщує пил та інші механічні домішки. Ці частки забруднюють канали компресорного устаткування та призводять до зносу ущільнень. Для збільшення строку служби та збільшення надійності роботи компресорних апаратів проводиться очистка початкового повітря з допомогою *коміркових фільтрів*. Їх робота полягає в очищенні повітря шляхом проходження його через насадку зі змоченим наповнювачем [3]. Звичайно з часом очисна здібність такого апарату знижується та необхідна регенерація фільтра. Це являється значним недоліком, що приведе до додаткових витрат на зміну мастила та несе значні втрати часу на очистку.

Доповідь присвячено аналізу газоочисних системи, сухої групи, що займає вагоме місце в підготовці повітря для пневмозабезпечення гірничого устаткування. Сучасна підготовка початкового повітря потребує використання більш ефективних систем очистки.

*Список літератури*

1. **Фукс Н.А.** Механика аэрозолей / **Н.А.Фукс.** — М.: Изд-во АН СССР, 1955. — 351 с.
2. **Фукс Н.А.** Испарение и рост капель в газообразной среде / **Н.А. Фукс.** - М.: Изд. АН СССР, Итоги науки, 1958. - 90 с.
3. **Мурзин В.А.** Рудничные пневматические установки / **В.А. Мурзин, Ю.А. Цейтлин** – М.: Недра, 1965.–312 с.
4. **Алексеев В.В.** Рудничные, насосные, вентиляторные и пневматические установки. Учебн. пособие для вузов. / **В.В. Алексеев** М., Недра, 1983, 381 с.

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ АПАРАТІВ МОКРОЇ ГАЗОВОЇ ОЧИСТКИ

Як відомо з дослідження проблем механіки середовищ та сепарації дисперсних систем існуюче обладнання для сепарації та уловлення домішок в газовому середовищі можна розділити на наступні різновиди, а саме: апарати для осадження, які працюють під дією сили тяжіння; під дією інерційних сил; під дією електростатичних сил; фільтруючі апарати та апарати мокрої очистки.

Доцільність використання мокрих апаратів зазвичай визначається необхідністю одночасного охолодження, вловлювання туманів та бризок, абсорбції газових домішок та ін. Мокра газоочистка має ряд переваг над сухою, а саме: порівняно невелика вартість; більш висока ефективність вловлювання частинок (очистка газів від часток розміром до 0,1 мкм); дані апарати можливо використовувати в якості теплообмінників змішання [1]. Вловлювання домішок та охолодження в таких апаратах проходить безпосередньо при прямому контакті повітря з орошаючою водою, тому таку систему ще називають – контактною.

Скрубери. Протиточний насадочний скрублер (насадочний газопромивач) має різноманітне наповнення, це можуть бути тіла різної геометричної форми. Таке наповнення утворює насадку скрубера. Устаткування такого типу використовують тільки при вловлюванні пилу, який добре змочується. Використання такого скрубера є доцільним у випадках коли процеси уловлення пилу супроводжуються охолодженням газу чи абсорбцією [2]. Його принцип полягає в наступному: забруднене повітря поступає в апарат через нижній патрубок, далі потік повітря проходить через насадку, яка утримується на опорній решітці. Елементи, що складають наповнення насадки змочені рідиною, яка подається через орошаючий пристрій. Частки забруднювання осідають на вологих поверхнях елементів та під дією сил тяжіння самопливом стікають до нижньої частини скрубера та відводяться через спеціальний патрубок. Очищене повітря ж відводиться через верхній газовий патрубок.

Пінні пиловловлювачі. Дані апарати почали використовувати з необхідністю більш інтенсивної взаємодії газового та рідинного потоків. Процеси очищення в таких апаратах проходять за рахунок утворення високотурбулізованої піни, в котрій проходить безперервне руйнування, злиття та утворення нових бульбашок. В багатьох конструкціях пінних пиловловлювачів передбачений пінний стабілізатор. Він необхідний для значного скорочення витрати води на зрошування апарату. Принцип дії таких апаратів схожий з очисткою газів в насадочному скрублері. Відмінність лише в тому, що пилогозовий потік проходить через шар піни, яка затримує в собі частки пилу.

Скрубери Вентурі. Скрубери Вентурі представляють собою ефективні пристрої мокрої пиловловлювання. Як зрозуміло з назви загальною конструктивною особливістю таких апаратів є вміст розподільчої труби, в якій безпосередньо проходить процес дроблення рухомого потоку рідини потоком забрудненого повітря зі швидкістю 150 м/с, з подальшим використанням крапельловлювача.

Існує безліч запропонованих конструкцій скрублерів Вентурі. Серед них можна виділити: скрубери Вентурі з центральним зрошуванням; скрубери Вентурі з периферійним зрошуванням; скрубери Вентурі з зрошуванням плівковим; скрубери Вентурі з підводом рідини за рахунок енергії газового потоку [2].

Доповідь присвячено аналізу газоочисних системи, мокрої групи, що займає вагомe місце в підготовці повітря для пневмозабезпечення гірничого устаткування. При подальшому використанні повітря, що було очищене в апаратах мокрої очистки, потребує додаткової підготовки, а саме відокремлення з повітря надлишкової частини вологи. Доцільним в цьому випадку є використання крапельловлювачів.

### Список літератури

1. Алієв Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов / Г.М.-А. Алієв. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
2. Алієв Г.М.-А. Устройство и обслуживание газоочистных и пылеулавливающих установок / Г.М.-А. Алієв. – М.: Металлургия, 1983. – 286 с.

О.В. ЗАМИЦЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., М.Ю. ЛІДЕР, асистент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЕРШОГО ПРОМІЖНОГО ПОВІТРООХОЛДЖУВАЧА ТУРБОКОМПРЕСОРА**

Обов'язковою умовою нормальної експлуатації турбокомпресорів є проміжне охолодження стисненого повітря між ступенями. Для охолодження повітря після стиснення в турбокомпресорах служать проміжні повітроохолоджувачі. Турбокомпресори К-500-61-1 виконані з двома проміжними повітроохолоджувачами, встановленими після 2-го і 4-го коліс ротора. Аналіз показав, що більш ефективним є застосування саме контактної системи охолодження стисненого повітря. Контактна система охолодження стисненого повітря для роботи енергетичного устаткування дозволяє значно підвищити ефективність його функціонування. Разом з тим, аналіз цієї системи охолодження вказує на необхідність встановлення раціональних її параметрів з метою мінімізації втрат.

Одним з основних елементів контактної системи охолодження є пара «труба Вентурі - відцентровий сепаратор-краплевловлювач». Як один з можливих шляхів, підвищення функціонування контактної системи охолодження стисненого повітря за доцільне домогтися мінімуму теоретичної подачі другої секції турбокомпресора, якому відповідає максимальна величина тиску повітря на виході з даної секції, шляхом знаходження раціонального діаметра горловини труби Вентурі.

Рішення сформульованої задачі вимагає, перш за все, проведення математичного моделювання термогідрогазодинамічних процесів в розглянутій парі з метою знаходження параметрів, що дозволяють провести необхідну оптимізацію.

Метою роботи є знаходження раціональних параметрів першого проміжного повітроохолоджувача турбокомпресора енергетичного підприємства в залежності від режиму роботи та початкових умов, що відповідає мінімуму енерговитрат.

Аналіз функціонування пари «труба Вентурі - відцентровий сепаратор-краплевловлювач» вказує на виняткову складність протікання термогідрогазодинамічного процесу. Це, перш за все, пов'язано, з необхідністю розрахунку тепло- і масообміну за допомогою диференціальних рівнянь руху, нерозривності, теплопровідності і дифузії. У поєднанні з початковими і граничними умовами вирішення цих рівнянь дають поля швидкостей, температур і концентрацій досліджуваного середовища. Однак необхідно відзначити, що рішення цих рівнянь нашоветься на практично непереборні труднощі, пов'язані як зі складністю самих рівнянь, так і з відсутністю повної інформації про величини параметрів, що входять в ці рівняння.

Тому, як один з можливих шляхів підвищення функціонування пари «труба Вентурі - відцентровий сепаратор-краплевловлювач» як об'єкта охолодження стисненого повітря є математичне моделювання термогідрогазодинамічного процесу в розглянутій парі з використанням результатів експериментальних досліджень, що дозволяють налаштувати як параметри моделі, так і робити необхідні припущення про характер процесів, що протікають в парі «труба Вентурі - відцентровий сепаратор-краплевловлювач». Більш того, застосування сучасних засобів ІТ технологій, зокрема, комп'ютерів, а також методів теорії подібності та аналізу розмірностей дозволяють це зробити досить швидко і ефективно.

В ході розробки математичної моделі було встановлено, що максимуму тиску буде відповідати рівність нулю похідної від тиску по швидкості в горловині труби Вентурі.

Аналіз показав, що має місце максимум величини раціональної швидкості при певних температурах повітря ( $t_{в/1}=115$  °С), при чому цей максимум зростає при збільшенні витрати повітря ( $G_{в}=8-10$  м<sup>3</sup>/с).

Розроблена математична модель дозволить підвищити ефективність роботи турбокомпресора енергетичного підприємства за рахунок знаходження раціональних параметрів першого проміжного повітроохолоджувача.

**ЗНИЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

При передачі та розподілу електроенергії від джерела до приймачів частина її внаслідок електромагнітних і теплових процесів витрачається в елементах системи енергопостачання (СЕП), тобто, як би «втрачається». Звідси впливає поняття «втрати електроенергії». Електрична енергія є єдиним видом продукції, транспортування якої здійснюється за рахунок втрати певної її частини. Тому, втрати електроенергії при її передачі неминучі. Завдання полягає тільки в тому, щоб вони були мінімальні [1].

У вітчизняних системах енергопостачання втрати досягають 20% і більше від споживаної енергії. Як показує світовий досвід, втрати в мережах промислових підприємств можна знизити до 5 - 6% [1].

Шляхи зниження технічних втрат в ЛЕП можуть бути підрозділені на дві групи, засновані на оптимізації конструктивних параметрів і параметрів режимів роботи СЕП.

Розглянуто вплив на конструктивні параметри ( $F$ ,  $l$ ,  $r$ ,  $\rho$ ) ЛЕП з метою наближення їх до оптимальних значень. Зниження втрат за рахунок збільшення перетину провідників  $F$  до економічно-доцільного можна здійснити шляхом зменшення економічної щільності струму  $j_e$ . В країнах з ринковою економікою  $j_e=0,6-0,8$  А/мм<sup>2</sup> в 1,5–2 рази нижче регламентованих ПУЕ. Зменшення довжини  $l$  ЛЕП можна одержати шляхом оптимальної побудови СЕП: застосування раціональних схем (глибокого введення високої напруги й наближення джерел живлення до споживачів і ін.); вибору оптимальної конфігурації мережі (оптимізації траси, тощо); раціонального розподілу електроприймачів між підстанціями з урахуванням технологічних особливостей виробництва. Зменшити активний опір проводів  $r$  можна за рахунок їхньої заміни на проводи з більшою провідністю (вплив на питомий опір матеріалу  $\rho$ ), шляхом ввімкнення під навантаженням резервних (зокрема двоцільових) ліній. На втрати впливає такий конструктивний показник мережі як її фазність. При тих же повній потужності й напрузі в мережі втрати активної потужності в однофазних ліній в 1,33 рази більше, ніж у трифазній. Симетричні підвісні самонесучі струмопроводи із твердими шинами, які прокладають у закритій галереї, мають менші втрати, ніж струмопроводи із твердими шинами, закріплені на опорних ізоляторах, з розташуванням фаз у вертикальній або горизонтальній площинах [1].

Можна здійснити вплив на параметри експлуатаційних режимів роботи СЕП ( $U$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $W$ ) з метою наближення їх до економічно-оптимальних значень. У мережах промислових підприємств змінюють рівні напруги й режими навантаження, зменшують передачу реактивної потужності. З метою скорочення втрат підвищують номінальну і робочу напруги мереж. При реконструкції мереж можливий їхній перехід на більш високу номінальну напругу (наступний більш високий ступінь напруги) [2].

У зміні режимів навантаження можна виділити три заходи: вирівнювання графіка навантаження, забезпечення рівномірного навантаження, збільшення потоку електроенергії. Необхідно перевіряти й забезпечувати рівномірність навантаження секцій на паралельну роботу. Перерозподіляючи навантаження між секціями (перемикаючи навантаження з більш завантаженої секції на менш завантаженої), добиваються зниження перетікання через секційний вимикач. Зменшити втрати можна також за рахунок зменшення нерівномірності навантаження по фазах (шляхом відповідного розподілу по фазах одно- і двофазних навантажень).

Відносне зменшення втрат може бути досягнуто як за рахунок зниження самих втрат, так і за рахунок збільшення потоку переданої електроенергії шляхом підвищення експлуатаційної надійності мережі [1, 2].

*Список літератури:*

1. Aspects of the problem of applying distributed energy in iron ore enterprises' electricity supply systems. Multi-authored monograph / [O.M. Sinchuk, S.M. Boiko, I.O. Sinchuk та ін.] – Warszawa: iScience Sp. z. o. o., 2018. – 77 с.
2. Самойлович И.С. Электроэнергетика карьеров с циклично-поточной технологией / И.С. Самойлович, О.Н. Синчук, Н.В. Панасенко, В.В. Ксендзов // Киев: АДЕФ-Украина, 2000. – 209 с.

М.Л. БАРАНОВСЬКА, канд. техн. наук, доцент  
І.Е. ПЕТРЕНКО, В.Д. БАРАНОВСЬКИЙ, студенти  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОБОТИ КОМПРЕСОРА ВЕРСТАТА СБШ-250

В даний час в залізрудних кар'єрах із-за складних умов роботи обладнання (низькі температури та зниження напруги живлення) виникають проблеми в роботі верстата бурового шарошечного СБШ-250. Ці верстати широко використовуються на кар'єрах для буріння шарошечними долотами вертикальних та похилих ( $30^{\circ}$  –  $15^{\circ}$  до вертикалі) свердловин в породах різної категорії міцності (коефіцієнт міцності  $f = 8-18$  за шкалою професора Протод'яконова М.М.). Свердловини бурять діаметром 160-311 мм і глибиною до 58 м. Основні переваги верстатів СБШ - висока продуктивність (150-200 м/зміну), неперервність процесу буріння, можливість автоматизації, комфортні умови праці [1]. Пусковий струм двигуна компресорної установки ВВ-32/8М1У2 часто стає причиною виходу двигуна з ладу. Це призводить до подальших простоїв бурового верстата з надмірними фінансовими втратами та затримкою плану буровибухових робіт.

Для дослідження динамічних характеристик роботи компресора розроблена віртуальна модель електропривода в програмному пакеті Matlab/Simulink. Елементи математичної моделі наступні: модель АД, модель мережі та трансформатора, система управління, силова частина, ПД регулятор зі зворотнім зв'язком за швидкістю, контактор, що перемикає АД на роботу від мережі після плавного розгону, трифазний вольтметр-амперметр, навантаження типу компресор [2].

За допомогою математичного моделювання розглянуто два випадка роботи асинхронного двигуна компресорної установки верстата СБШ-250: запуск компресорної установки ВВ-32/8М1У2В безпосередньо від мережі 0,4 кВ від пересувних комплексних трансформаторних підстанцій (ПКТП) та з використанням пристрою плавного пуску (ППП).

Відомим світовим виробником асинхронних, синхронних двигунів, пристроїв плавного пуску, перетворювачів частоти тощо є компанія WEG. Пристрій плавного пуску компанії WEG Soft-Starters працює на базі 32-розрядного RISC мікроконтролера KS32C50100 фірми Samsung. PPP WEG Soft-Starters має вбудоване електронне теплове реле; функцію «Кік-старт» для використання при високих навантаженнях і при функціональних навантаженнях з високим стартовим моментом. Для захисту внутрішніх напівпровідникових компонентів від перенавантаження та коротких замикань заводом-виробником рекомендується використання швидкодіючих запобіжників.

В реальних умовах на Ганівському кар'єрі ПАТ «Метінвест» (м. Кривий Ріг) було проведено зняття характеристик пуску верстата СБШ-250, які показали, що напруга на протязі пуску АД (час пуску складає  $t_n=7$  с) знижується порівняно з номінальною.

В кар'єрних розподільчих мережах виникають перенапруги, які можна обмежити до будь-якого заданого рівня із застосуванням нелінійних обмежувачів перенапруг (ОПН). Визначальними навантажувальними впливами на ОПН є струмові навантаження і енергія, що виділяється на них.

Дослідження динамічних характеристик роботи верстата СБШ-250 дає можливість рекомендувати застосування комплексних заходів: підвищення потужності трансформаторів пересувних комплексних трансформаторних підстанцій кар'єрів (ПКТП); використання пристрою плавного пуску компанії WEG Soft-Starters, що працює на базі 32-розрядного RISC мікроконтролера KS32C50100 фірми Samsung; використання нелінійних обмежувачів перенапруг (ОПН); використання швидкодіючого запобіжника Bussman 170M5113 (700 А).

### Список літератури

1. Жуковский А.А. Привод и системы управления буровых станков для карьеров / А.А. Жуковский, Ю.А. Нанкин, В.А. Сушинский. – Москва: Недра, 1990. – 223 с.
2. Математичні моделі та особливості чисельних розрахунків динаміки електроприводів з асинхронними двигунами / [О.П. Чорний, О.І. Толочко, В.К. Титюк та ін.]. – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2016. – 300 с.



## ЗАХОДИ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ З ВІДКРИТИМ ВИДОБУТКОМ РУДИ

Промислові підприємства, у тому числі залізорудні, споживають біля 30 % від загального обсягу всієї електроенергії в Україні, яка видобувається не з відновлювальних природних ресурсів, а з газу, нафти, вугілля тощо [1]. На сьогоднішній день підприємства гірничого видобувного комплексу є найбільшими споживачами енергетичних ресурсів. Враховуючи велику енергоємність технологічного процесу та постійне збільшення тарифів на енергоресурси, їх доля в собівартості готової продукції на підприємствах з відкритим способом видобутку залізорудної сировини (ЗРС) становить 20,59 % - 32,79 % [1]. Тому питання економії енергоресурсів і подальшого зниження собівартості ЗРС є актуальним для вітчизняних залізорудних підприємств (ЗРП).

Для ЗРП з відкритим видобутком руди можна виділити наступні напрямки економії енергоресурсів [1]:

впровадження нетрадиційних та відновлювальних джерел електричної енергії в умовах залізорудних підприємств;

застосування нових вибухових речовин, які не містять тротилу та покращують дроблення гірничої маси, що збільшить коефіцієнт наповнення ковша екскаватора, скоротить тривалість та кількість циклів екскавації, скоротить об'єм вторинного дроблення;

застосування на екскаваторах системи зважування гірничої маси у ковші в процесі розвантажування дозволить зменшити перевантаження залізничних составів та автомобілей;

застосування бурових верстатів вогневого розширення свердловин СБК-400 дозволить збільшити відстань між свердловинами та зменшити кількість свердловин у вибуховому блоці, тобто зменшити об'єм бурових робіт за рахунок розширення бурових свердловин знизу до 500 мм (свердловини проходять за допомогою шарошечних долотів діаметром  $d=250$  мм і в кінці розширюють до 500 мм);

створення системи перехвату на поверхні кар'єру зливових і талих вод, що зменшить витрати на водовідлив (ці затрати складають до 50 % витрат електроенергії);

впровадження автоматичної системи розподілення по екскаваторам рухомого состава на завантаження (авто та залізничного транспорту), що скоротить неробочі перегони екскаваторів;

зменшення витрат в розподільчих мережах через перевантаження рухомого електровозу (на одну фазу збирається така кількість агрегатів, що перевантажує мережу);

застосування змінного струму напругою 10-35 кВ, що зменшить втрати по напрузі;

шляхом покращення якості автодоріг, нормування їх профіля, застосування спеціального покриття зменшить витрати рідкого палива;

зниження витрат на освітлення шляхом підвищення одиничної потужності і скорочення кількості світлоточок;

застосування зубців ковша екскаваторів замість прямолінійної форми – криволінійних, розроблених по спеціальним кривим (зубці самозаточуються на скельних породах, добре проникають в масу);

оптимізація роботи кар'єрного водовідливу шляхом регулювання напору в нагнітаючому трубопроводі з метою досягнення максимальної продуктивності паралельно працюючих насосів;

застосування кільцевих заїздів залізничного транспорту замість глухих кутів, що зменшить час неробочого ходу головних агрегатів електровозів та кількість їх запуску.

### Список літератури

1. Aspects of the problem of applying distributed energy in iron ore enterprises' electricity supply systems. Multi-authored monograph / [O.M. Sinchuk, S.M. Boiko, I.O. Sinchuk та ін.]. – Warszawa: iScience Sp. z. o. o., 2018. – 77 с.

М.Л. БАРАНОВСЬКА, канд. техн. наук, доц., Б.А. ПАНТІЛІМОНОВ, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ

Споживачами електричної енергії (ЕЕ) в залізорудних шахтах є електричні двигуни технологічного обладнання, які споживають в середньому до 94 % всієї ЕЕ [1]. Розглянемо питання споживання ЕЕ головних стаціонарних установок шахти.

Потужність електроприводів підйомних машин сучасних залізорудних шахт досягає 6000 кВт. Електропривод підйомних установок споживає до 40 % всієї споживаної залізорудною шахтою електроенергії [1, 2]. На дробильно-сортувальній фабриці (ДСФ) шахт використовуються дробарки потужністю двигуна до 400 кВт та конвеєри для транспортування руди потужністю до 280 кВт.

Обладнання підземного дробильного комплексу ш. «Жовтнева» ПАТ «КЗРК»:

Шокова дробарка (двигун 4АМН 280 М 8У3,  $P_n=90$  кВт,  $n_n=790$  об/хв.).

Живильник (двигун АО2-92 12/8/6/4У2  $P_n=36$  кВт,  $n_n=490/735/960/1470$  об/хв.).

Дозатор: живильник (двигун АО2-92 12/8/6/4У2,  $P_n=10-36$  кВт,  $n_n=490/735/960/1470/980$ );  
конвеєр (двигун 4АМ 200Л6У3,  $P_n=37$  кВт,  $n_n=980$  об/хв.).

Перекидач ОКЕ1-4,5-750 (двигуни ВАО-61-6У2 (4 шт.),  $P_n=15$  кВт,  $n_n=1000$  об/хв.).

Скреперні лебідки ЛС-17, ЛС-30, ЛС-55, (двигуни  $P_n=18,5$ кВт,  $P_n=30$  кВт,  $P_n=55$  кВт,  $n_n=1000$  об/хв.).

Люка (двигун 4А160 М4,  $P_n=15$  кВт,  $n_n=1000$  об/хв.).

Вентилятори місцевого провітрювання:

ВМ-6 (двигун  $P_n=18,5$  кВт,  $n_n=3000$  об/хв.);

ВМ-5 (двигун  $P_n=7,5$  кВт,  $n_n=3000$  об/хв.).

За призначенням вентиляторні установки підрозділяються на головні, допоміжні та місцевого провітрювання. Вентиляторні установки працюють постійно з короткочасними зниженнями або підвищеннями споживаної потужності [1, 2]. Центральні компресорні станції (ЦКС) - це станції для централізованої подачі стисненого повітря в підземні гірничі виробки на великій відстані. ЦКС укомплектовуються турбокомпресорами з електродвигунами потужністю до 3200 кВт (до 5 штук) та забезпечують стисненим повітрям одну або кілька шахт. Режим роботи - безперервний тривалий. Три компресори знаходяться в роботі, два - в ремонті або в резерві [1].

За призначенням водовідливні установки підрозділяють на головні (центральні), допоміжні (дільничні) та тимчасові (прохідницькі). На шахтах використовуються дві - три головні водовідливні установки, що розміщені на двох - трьох горизонтах. В водовідливних установках застосовуються відцентрові насоси з електродвигунами потужністю 800 кВт (до 6 насосів на горизонті) [1, 2].

Технічне переозброєння гірничорудних підприємств Криворізького залізорудного басейну направлене на зниження енергоспоживання приводними двигунами електромеханічного обладнання енергоємних виробництв. Пропонуємо наступні заходи зі зниження споживання ЕЕ: заміна дробарок на більш сучасні (для зниження фракції дробленої руди); заміна приводних двигунів на асинхронні з використанням частотних перетворювачів (конвеєри, живильники, дробарки тощо); установка на головних знижувальних підстанціях (ГЗП) трансформаторів типу ТДТМ-63000/154/35 потужністю 63 МВА з оптимальним струмом неробочого ходу.

Окремим питанням є впровадження нетрадиційних та відновлювальних джерел електричної енергії в умовах залізорудних підприємств, що докладно висвітлено в [1].

### Список літератури

1. Aspects of the problem of applying distributed energy in iron ore enterprises' electricity supply systems. Multi-authored monograph / [О.М. Синчук, С.М. Воїко, І.О. Синчук та ін.]. – Warszawa: iScience Sp. z. o. o., 2018. – 77 с.
2. Потенциал электроэнергоэффективности и пути его реализации на производствах с подземными способами добычи железорудного сырья / И.О. Синчук, Э.С. Гузов, А.Н. Яловая, С.Н. Бойко; под редакцией доктора техн. наук, профессора О.Н. Синчука. – Кривий Ріг, 2015. – 296 с.

**ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МІНІ-ТЕЦ У СУЧАСНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ**

Міні-ТЕЦ – електростанція з комбінованим виробництвом електроенергії і тепла, розташована у безпосередній близькості від кінцевого споживача. У якості джерела енергії в міні-ТЕЦ використовуються газопоршневі установки (ГПУ) з дизельним або газовим ДВЗ або газотурбінні установки (ГТУ). Найбільш ефективні, надійні та універсальні установки на базі ГПУ. Вони задовольняють сучасним вимогам до екологічної чистоти довкілля а також до зниження експлуатаційних витрат. Таким чином міні-ТЕЦ надають можливість вибору найбільш ефективного шляху вирішення проблем енергопостачання за рахунок широкого діапазону режимів експлуатації, великого вибору допоміжного устаткування і систем, різних варіантів компонувань, що дозволяє оптимально пристосувати установку до роботи у будь-яких умовах.

При невисоких капітальних і експлуатаційних витратах ці електростанції забезпечують максимальну ефективність інвестицій за рахунок виробництва електроенергії і тепла за вельми конкурентними цінами. Діапазон вживаних одиничних потужностей від 20 кВт до 3 МВт, тип і кількість встановлюваних агрегатів забезпечують оптимальну конфігурацію для отримання необхідної потужності міні-ТЕЦ в залежності від режимів її використання.

Застосування ГПУ і ГТУ малої і середньої потужності на міні-ТЕЦ – найбільш перспективний шлях технічного переозброєння регіональної енергетики. Для практичної реалізації цих проєктів, що досить швидко окупаються, потрібні порівняно невеликі капіталовкладення. Собівартість енергії високоекономічних міні-ТЕЦ буде нижча, ніж собівартість енергії паротурбінних електростанцій. Міні-ТЕЦ можуть застосовуватися у якості основного або резервного джерела електроенергії для комунального господарства та очисних споруд, підприємств промисловості і сільського господарства, в адміністративних і медичних установах, житлових комплексах як в автономному режимі, так і спільно з централізованими системами електропостачання і тепла.

Достоїнствами міні-ТЕЦ є: низька вартість електроенергії і тепла, що виробляються; ККД досягає 88-92 %, що удвічі більше ККД ТЕЦ на парових турбоагрегатах; можливість використання різних видів палив та паливних відходів, попутних газів при нафтовидобутку, відходів деревини при санітарних вирубках; гнучкість в конструкції та використанні; широкий вибір технологічних схем для отримання електроенергії, тепла у вигляді пари/гарячої води або холода для систем кондиціонування; можливість максимально наблизити виробництво енергії до споживачів, а отже, скоротити протяжність мереж, зменшити витрати на їх будівництво та утримання; швидка окупність; великий моторесурс і довговічність; екологічна безпека.

Головною метою будівництва електростанцій є достатнє і надійне забезпечення потреб в електроенергії і теплі при раціональному використанні паливно-енергетичних ресурсів у відповідності з вимогами охорони довкілля і швидкому поверненню інвестованого капіталу. Будівництво міні-ТЕЦ при невисоких капітальних і експлуатаційних витратах дозволяє забезпечити максимальні прибутки від інвестицій.

Одним з економічних обґрунтувань будівництва міні-ТЕЦ є умови, що висуваються поставальниками електроенергії і тепла для підключення до електричних і теплових мереж, які часто ведуть до значних витрат і навіть до перегляду проведених підключень. Крім того, ефект системної економії палива при централізованому тепlopостачанні практично зведений до мінімуму внаслідок того, що ККД промислових опалювальних котельних не перевищує ККД котлів, а теплові втрати при передачі гарячої води на великій відстані складають 20-25 %.

Капітальні витрати на міні-ТЕЦ компенсуються за рахунок низькою собівартості енергії в цілому. Більш того, при підключенні нових потужностей відпадає необхідність у будівництві ЛЕП, ТП, протяжної кабельної мережі. Відомо, що передача газу по газопроводам у 10-12 раз економічніше передачі електричної енергії по високовольтним лініям електропередачі.

Зниження витрат на тепло- і електропостачання може досягати величини в 3,5-4 рази, а термін окупності при цьому складатиме від 3 до 5 років.

**АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ**

Высокая стоимость энергоносителей, нестабильность газоснабжения служат толчком для интенсивного развития ускоренных технологий получения природного газа. Одним из основных методов решения проблемы является использование биомассы – альтернативного источника энергии, важным энергосодержащим продуктом которого является биогаз. Получение биогаза также позволяет решить проблему возрастающего количества отходов сельского хозяйства и человеческой деятельности. На неорганизованных свалках образующийся газ бесконтрольно поступает в атмосферу, при этом вытесняет из почвы кислород, нанося ущерб флоре. Свалка также является очагом пожароопасности. Отходы – серьезная проблема предприятий вследствие значительных финансовых затрат на вывоз и их захоронение. Биогаз – неизбежный продукт при переработке и утилизации отходов.

Для получения биогаза создаются мощные биогазовые установки (БГУ). Их можно устанавливать везде, где доступны органические отходы или энергетически ценное сырье. К важнейшим элементам биогазовых установок относятся: биореактор, газовые коллекторы – это трубопроводы, проложенные на полигонах в толще отходов (они бывают вертикальные – в виде газовых скважин и горизонтальные – в виде перфорированных трубопроводов); резервуары; гравийные или щебеночные камеры; сборные газопроводы с гибким присоединением к коллектору; штуцеры для отбора проб; газгольдеры (для хранения биогаза).

Биогаз – метансодержащий газ, который образуется при стимулированном естественном разложении веществ органического происхождения анаэробного биологического процесса (метанового брожения). Смесь веществ, которую загружают в реактор для переработки бактериями, называется биосубстратом. Биогаз – горючая смесь, состоящая из 55 % метана, 40 % двуокси углерода и 5 % азота. Процесс выделения биогаза происходит внутри метантенков на поверхности биосубстрата, закачанного в ферментер БГУ. Непосредственно процесс образования пузырьков и выделение биогаза можно наблюдать снаружи через небольшое окошко БГУ. Маленькие пузырьки медленно движущегося субстрата – это и есть биогаз. Процесс химического преобразования биогаза представляет собой 4 фазы: гидролизная (получение аминокислот, глюкозы); кислотообразующая (получение аммиака, сероводорода и водорода); ацидогенная (получение уксусной кислоты); метаногенная (получение метана, углекислого газа и воды).

В сегодняшних кризисных условиях развития Украины альтернативная энергетика имеет особую важность, потому что это тепло, электричество, природный газ, органические удобрения, решение экологической проблемы. Тепло получается методом сжигания биогаза в рубашках охлажденного двигателя когенератора. Образующаяся вода получает температуру 70-80 °С и поступает в коммунальные трассы для обогрева жилья и предприятий. Электроэнергия образуется при сжигании биогаза в двигателях внутреннего сгорания в результате вращения вала электрогенератора (из 1 куб. метра биогаза – 2 кВт). Природный газ получается в результате нескольких технологических операций, когда содержания метана увеличивается до 90 %, а побочные газы удаляются. Органические удобрения образуются после удаления из биосубстрата биогаза и представляют собой экологически чистые жидкие удобрения, лишенные нитратов, сорняков, болезнетворной флоры. Внесение таких удобрений повышают урожай и качество почвы. Экологические проблемы решаются путем утилизации органических отходов жизнедеятельности человека и животных, уменьшение выбросов аммиака и метана в атмосферу).

Получение биогаза очень выгодно для экономики Украины, так как сырья достаточно. Затраты на его получение связаны только с эксплуатационными расходами на оборудование и сервисное обслуживание. В настоящее время в Украине 15 биогазовых установок, работающих только на получение электроэнергии (около 800 МВт, что составляет 1 % от общей производительности). Развитие биогазовой энергетики решает комплексные проблемы инфраструктуры и занятости населения, повышает качество и уровень жизни в городах и селах.

**ЧИСЛОВЕ РОЗВ'ЯЗАННЯ КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ  
З ВИКОРИСТАННЯМ БІБЛІОТЕКИ НАУКОВИХ РОЗРАХУНКІВ SCIPY**

При розрахунках різних типів енергетичних і технологічних систем на стадії пошукового конструювання з вибором найбільш оптимального варіанту потрібна всебічна оцінка теплообмінних процесів, знання температурних полів в агрегатах, визначення всіх необхідних енергетичних характеристик з урахуванням експлуатаційних навантажень. Отже майбутній фахівець має володіти навичками і інструментами проектування, моделювання і розв'язання задач в своїй професійній галузі. Аналіз досліджень і публікацій показав, що перспективним напрямом формування інформативних компетентностей майбутніх інженерів є використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання та розв'язання професійно-спрямованих задач. Для розв'язання прикладних інженерних задач доцільним є використання спеціалізованого програмного забезпечення, що надає студентам можливість отримувати розв'язок побудованої математичної моделі задачі, отримувати геометричну інтерпретацію задачі, візуалізувати результати. Одним з таких інструментів є бібліотека мови програмування Python SciPy – це відкрита бібліотека високоякісних наукових інструментів для мови програмування Python. Бібліотека складається з модулів для оптимізації, інтегрування, спеціальних функцій, обробки сигналів, обробки зображень, генетичних алгоритмів, розв'язання диференціальних рівнянь і інших задач, що зазвичай розв'язуються в науці і інженерній практиці. Бібліотека поширюється за умовами ліцензії Berkeley Software Distribution License (BSD), тому без обмежень може використовуватися в навчальних дисциплінах. Можливості використання SciPy показано на прикладі розв'язання задачі теплопровідності.

В основі математичної теорії теплопровідності лежить диференціальне рівняння теплопровідності – рівняння Фур'є. Математичні моделі, які описуються нелінійними рівняннями практично неможливо розв'язати аналітично. Слід відзначити велику кількість навчальної літератури, що стосується інженерних методів розрахунку розподілу температури в багатьох процесах тепломасопереносу. Не менша й кількість фундаментальних науково-дослідних монографій з теорії числових методів розв'язання крайових задач. Але у розв'язанні актуальних типових задач в даний час використовуються залежності та розрахункові співвідношення, що застосовуються в інженерній практиці.

Для розв'язання стаціонарних крайових задач теплопровідності і теплопередачі застосовують відомі числові методи. Серед них найчастіше – метод скінченних різниць (MCP) завдяки його універсальності й наявності добре розробленої теорії. Для програмної реалізації методу створена власна бібліотека `nmeth` числових методів. Розподіл температури в квадратній пластині, який отримано при досить великому кроці різницевої сітки, добре відповідає результатам розв'язання диференційного рівняння Лапласа, рішенням якого є функції Бесселя [1]. Це свідчить про достовірність обчислювального експерименту. Для підвищення точності наближених результатів необхідно зменшити крок побудови сітки.

Проведені обчислювальні експерименти показали можливість досить точно визначати температурні поля теплоенергетичних пристроїв і розв'язувати задачі теплопровідності та теплопередачі за допомогою власної бібліотеки числових методів. При підготовці майбутніх інженерів слід приділяти увагу розвитку не лише фаховим, а й загальним компетентностям, що сприяє подальшому професійному зростанню студентів та робить їх конкурентоспроможними на вітчизняному та світовому ринках праці. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення прикладних задач в навчанні інформатичних дисциплін забезпечує розвиток навчальної активності студентів, креативності, надає можливість забезпечити междисциплінарний зв'язок і сприяє розвитку професійних та інформатичних компетентностей майбутніх інженерів-теплоенергетиків.

*Список літератури*

1. **Исаченко В.П.** Теплопередача : учеб. для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел; – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоиздат, 1981. – 416 с.

**АНАЛІЗ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ «NAVI-COUNT»**

На сьогодні все більше уваги приділяється економії енергетичних ресурсів, велика частина яких витрачається на генерацію теплової енергії, що потребує її ретельного обліку. В Кривому Розі за підтримки міського виконавчого комітету розроблені програми та системи для досягнення поставленої мети. Одна з таких систем, яка розвивається в цьому напрямку – система «Navi-count» [1]. Способи керування в системах тепlopостачання:

- ручне, тобто змінюється подача теплоносія за рахунок зміни положення засувки вручну;
- по температурі зовнішнього середовища. Використовується датчик температури, в результаті чого, при зміні температури відповідно змінюється подача теплоносія;
- програмне. При такому способі керування можливо задати графік зміни подачі тепла, наприклад, зменшення на вихідні дні або на нічний час. Враховуючи велику теплову інерційність будинків можливо за прогнозом погоди передбачити завчасну зміну подачі теплоносія.

Вузол обліку теплової енергії – цілий комплекс приладів і пристроїв, що забезпечують облік теплової енергії, а також контроль і реєстрацію її параметрів [2]. У вузол обліку тепла входять: засувка ввідна, щит живлення вузла, пульт керування, насоси циркуляції гарячого водопостачання (ГВП), клапан балансування, фільтри грубого і тонкого очищення теплоносія, клапан ГВП з термoeлементом, клапан регулювання, обчислювач, перетворювачі витрати, температури, тиску. Основне призначення вузлів – комерційний облік.

Крім комерційного обліку енергоресурсів для індивідуальних споживачів постає питання можливості дистанційного моніторингу показань лічильників, яке дозволяє забезпечити оперативність отримання та обробки інформації, зберігання її в зручному вигляді і захист від втрати даних [3]. Саме в системі «Navi-count» реалізована можливість дистанційного керування подачею енергоресурсу.

Система «Navi-count» працює наступним чином: до приладу обліку тепла підключається GPRS термінал знімання даних «Navi-meter». Даний інтелектуальний модем, з певною заданою періодичністю, знімає поточні показання теплового лічильника і за допомогою мобільного зв'язку по каналу GPRS передає дані на сервер системи «Navi-count». З іншого боку, сервер ці дані приймає, обробляє і зберігає в базу даних. Користувач, заходячи через браузер на сервер, отримує всю аналітичну та звітну інформацію за лічені секунди. Таким чином, споживачу надається можливість в режимі on-line спостерігати за графіком споживання тепла по кожному об'єкту. Аналіз таких даних дозволяє виявляти неточності в роботі енергосистеми, пікові навантаження, а також проводити детальний аналіз енергоспоживання об'єктом, виявити неякісну подачу енергоносія.

GSM-термінал «NAVI-meter TC65 Lite» розроблений спеціально для дистанційного зняття інформації з лічильників різних типів енергій для побудови єдиної системи обліку енергії. Це термінал з вбудованим GSM модулем, призначений для прийому і передачі даних по GSM-каналі. Завдяки вбудованому TCP/IP-стеку та відкритій Java-платформі, легко інтегрується в різноманітні M2M-рішення: мобільний доступ в Інтернет, телеметрія, бездротовий збір даних з датчиків, дистанційне спостереження та керування. Все необхідне програмне забезпечення для створення Java-додатків знаходиться у вільному доступі. Термінал оснащений сторожовим таймером, що дає можливість відстежувати зависання модему і перезавантажувати його, а також здійснювати безумовний перезапуск через заданий проміжок часу. Модем підтримує і керується стандартними AT-командами.

На даний момент системою «Navi-count» підтримуються прилади обліку як теплової так і електричної енергії.

*Список літератури*

1. Система Navi-count. – Режим доступу: <http://www.navicount.com>.
2. Вузол обліку теплової енергії. – Режим доступу: <http://www.energosoвет.ru/entech.php?idd=72>.
3. Дистанційний облік. – Режим доступу: <http://stroypuls.ru/sgh/2016-sgh/165-may-2016/118549/>.

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ШАХТНИМ ВОДОВІДЛИВОМ

Наразі все більше уваги приділяється економії енергетичних ресурсів, велика частина яких витрачається саме при добичі рудних корисних копалин. Як показують статистичні дослідження, доля споживання електричної енергії системою шахтного водовідливу складає до 40% загальних витрат шахти. Ефективна система керування водовідливом дозволяє, по-перше, зменшити оплату електроенергії за рахунок побудови оптимального графіку роботи з урахуванням тризонних тарифів, а по-друге, зменшити відмови в роботі водовідливу, що може привести до затоплення видобувних ділянок.

Для підвищення рівня знань та навичок в програмуванні логічних контролерів (ПЛК), побудові систем диспетчерського керування та використанні сучасних засобів віддаленого управління студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» на кафедрі електромеханіки ДВНЗ «Криворізький національний університет» впроваджений в освітній процес стенд системи шахтного водовідливу. Можливості розроблено стенда дозволяють моделювати різноманітні режими роботи водовідливу шахти з подальшою розробкою та настроюванням енергоефективних алгоритмів керування.

Стенд має два резервуари – нижній (зумпф) та верхній (поверхня), три водовідливних насоса, які через клапани з'єднані з двома ставами, заливний насос, що у сукупності з клапанами та поплавковими датчиками рівня забезпечує заливку насосів. Відповідно до алгоритму роботи насоси можуть виконувати функцію основного, резервного або бути виведеним в ремонт. Насос може працювати в ручному режимі (керування оператором), автоматичному – насос вмикається при перевищенні максимального рівня води в зумпфі і вимикається при зниженні рівня нижче робочого. Крім того автоматично контролюється мінімальний рівень води, нижче якого насос не вмикається, так як в реальних умовах можливе всмоктування бруду та мулу. Передбачений також місцевий режим роботи – здебільшого використовується для контролю роботопригодності обладнання – при якому насос вмикається без заливки та клапани ставів не відкриваються.

Алгоритм роботи стенду передбачає можливість контролю швидкості підйому рівня води та в разі перевищення його над продуктивністю насосу вмикання резервного. Передбачений облік відробленого насосами часу. Якщо робочий насос відпрацював більше резервного відбувається їх заміна.

Алгоритм керування водовідливом запрограмований у ПЛК-100 вітчизняного виробника «ТОВ Овен» Для візуалізації процесу керування використовується операторська панель (ОП) *Weintek MT8070iH*. Програмування ПЛК проводиться в системі програмування *CoDeSys*, а для панелі – *EasyBuilder8000*.

Для обміну даними між ПЛК та ОП побудована локальна технологічна мережа в якій використано протокол *Modbus*. ПЛК працює у трьох сегментах мережі:

в режимі *Master* по інтерфейсу *RS-485* та протоколу *Modbus RTU* взаємодіє з додатковими модулями Овен *MB100*;

в режимі *Slave* по мережі *Ethernet* взаємодіє з ОП;

по інтерфейсу *USB* з'єднаний з ПК для налаштування програми та візуалізації.

Розглянутий стенд використовується в освітньому процесі, зокрема в курсі навчальних дисциплін «Енергоефективні електромеханічні системи та технології», «Мікропроцесорні засоби в електротехнічних системах», «Автоматизовані системи керування електромеханічним обладнанням».

### Список літератури

1. Попов В.М. Рудничные водоотливные установки. – М., Недра, 1983. – 304 с.
2. Danileiko O. Experience in the developing of the laboratory stand for research of the pump operating modes in Kryvyi Rih national university / O. Danileiko, S. Bondarevskiy // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 6. – P. 84-88.
3. ТОВ Овен. – Режим доступу: <http://www.ua>.

## РЕЄСТРАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ПРИВОДУ ПРИ ВЕНТИЛЯТОРНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Більшість вентиляторів, що працюють на промислових і комунальних підприємствах України, наразі мають не лише фізичний, а й моральний знос. Перший вид зносу потребує лише повної заміни відпрацьованого обладнання, тоді як з іншим все не так однозначно [1].

Керування сучасними технологічними процесами відбувається людиною не напряму (за допомогою вимикачів, роз'єднувачів, кнопчних постів тощо), а за допомогою автоматизованих систем управління і контролю, які працюють за заздалегідь розробленою програмою і «приймають» самостійні рішення в залежності від показів датчиків. Сучасні системи моніторингу та управління дозволяють не тільки контролювати роботу устаткування, а й проводити наукові дослідження тих чи інших процесів, що відбуваються в них [2].

На запропонованому стенді, що розроблено на кафедрі електромеханіки ДВНЗ «Криворізький національний університет» проводяться лабораторні роботи по зняттю параметрів роботи приводного двигуна вентиляторної установки. Розроблений стенд, завдяки закладеній в ньому гнучкості використання різноманітних програмно-апаратних засобів, можливості реалізації різних видів регулювання продуктивності вентилятора, наочності відтворення режимів роботи установки за допомогою запрограмованої авторами SCADA-системи дозволяє реалізувати не тільки навчальні функції, а й використовувати установку в науково-дослідницькій роботі.

Стенд являє собою чотирьохрівневу автоматизовану систему контролю, збору, обробки, передачі та управління режимами регулювання продуктивності відцентрового вентилятора та накопичення електричних параметрів, що пов'язані з роботою системи. Елементною базою Стенда є: асинхронний двигун; привод змінного струму *ABB ACS355*; система реєстрації електричних сигналів «ВІЗИР 3»; програма керування і обробки інформації, яка працює на ПК та запрограмованому логічному контролері (ПЛК) *ABB AC500eCo*; запрограмований логічний контролер.

Принцип роботи стенду: з ПК, за допомогою SCADA-системи, відбувається керування приводом змінного струму, а отже і двигуном. Привід передає дані о швидкості на комп'ютер. До привода змінного струму, приєднаний реєструючий прилад «ВІЗИР 3», який фіксує у цифровому вигляді сигнали на виході приводу. Отримані дані експортуються у тестовий файл у вигляді масивів даних, що представляють собою поточні значення електричних сигналів у часі. Такий текстовий файл передається по мережі у ПК, де знову екпортується для роботи в сторонньому програмному комплексі.

Мережевий зв'язок між приводом *ACS355* та ПК дозволяє реєструвати значення різноманітних параметрів системи (швидкість, момент, струм, напругу тощо). Враховуючи, що швидкість обміну даними по мережі незначна (приблизно 1 біт/мс) всі значення можливо використовувати тільки для аналізу статичних характеристик.

При роботі стенду прилад «ВІЗИР 3» реєструє, наприклад, фазний струм та лінійну напругу. Сигнал пропорційний струму знімався з шунта та подавався на вхід 200 мВ, а лінійна напруга безпосередньо на вхід 600 В. Після закінчення запису інформації, «сесія» роботи пристрою, через комп'ютер, може бути переглянута у графічному вигляді.

Завдяки властивостям приводу *ACS355* задавати різноманітні закони частотного керування ( $U/f = \text{const}$ ,  $U/f^2 = \text{const}$  або довільний) є можливість дослідження його роботи при різних параметрах. Синхронізація роботи реєстратора та системи керування вентилятора дає змогу досліджувати статичні та динамічні характеристики, шляхом експорту отриманих даних у текстовий файл, а потім, для подальшої обробки, передачі в спеціалізовані програмні пакети, наприклад, *MatLab*, як нові змінні.

### Список літератури

1. Соломахова Т. С, Чебышева К. В. Центробежные вентиляторы. Аэродинамические схемы и характеристики: Справочник – М.: Машиностроение, 1980. – 176 с.
2. Гришко А.П., Шелоганов В.И. Стационарные машины и установки: Учебное пособие для вузов – М.: Издательство «Горная книга», 2007. – 325 с.



С.Л. БОНДАРЕВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., В.В. ВОЛОХОВ, магістрант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## СТЕНД ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ СУМІСНОЇ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

В останні десятиліття світова сонячна енергетика розвивається високими темпами, сонячні електростанції стають частиною енергетичної інфраструктури багатьох країн. Розвиток сонячних технологій робить істотний вплив на економіку. Можна очікувати, що в найближчі десятиліття сонячна енергетика стане стимулом для економічного розвитку країн і регіонів, що володіють максимальним «сонячним» ресурсом [1, 2]. Наразі в розвинених країнах сонячні електростанції займають вагомую частину в сукупному виробництві енергії, адже, по-перше, це економічно, а, по-друге, – екологічно.

Сьогодні на ринку присутні різноманітні сонячні панелі (СП), що відрізняються одна від одної технологією виготовлення та матеріалами з яких їх виробляють. До основних характеристик, що мають визначну роль при виборі СП відносять [2, 3]: *напруга холостого ходу* ( $U_{xx}$ ) – це максимальна напруга, що створюється сонячним елементом, яка виникає при нульовому струмі; *струм короткого замикання* ( $I_{kз}$ ) – це струм, що протікає через сонячний елемент, коли напруга рівна нулю (тобто коли СЕ замкнутий накоротко); *коефіцієнт корисної дії (ККД)* – параметр, за яким можливо порівняти продуктивність сонячних панелей. Він визначається як відношення потужності, що виробляється СП, до потужності падаючого сонячного випромінювання. На практиці СП працює при комбінації струму і напруги. Найкраще їх поєднання дозволяє виробити найбільшу потужність, а отже, отримати максимально можливий ККД. Графічна інтерпретація сукупності можливих комбінацій напруги та струму має назву вольт-амперна характеристика.

Отже основною практичною задачею при роботі СП є зняття сукупності можливих робочих точок, тобто побудова вольт-амперних характеристик. Для реєстрації параметрів роботи трьох СП розроблено стенд, елементною базою якого є:

Полікристалічні сонячні панелі компанії «Altek» типу ALM-10M;

Штучне джерело світла – галогенні прожектори, конструкція яких дозволяє змінювати відстань та кут падіння світла на СП і які необхідні для роботи панелей при недостатньому природньому освітленні;

Вимірювальна апаратура – панельний електронний вольт-амперметр типу DSN-VC288;

Навантаження, що розраховані на напругу живлення 12 В – світлодіодна стрічка, електродвигун, світлодіодна лампа;

Джерело живлення, клемники, тумблери та провідники, що необхідні для комутації обраного обладнання.

Результати замірів напруги холостого ходу та струму короткого замикання для різноманітних варіантів з'єднання сонячних панелей представлено в таблиці

Параметр	Номер панелі(ей) та тип з'єднання							
	I	II	III	I, II	I, III	II, III	I, II, III	I, II, III
				паралельно				
$I_{kз}, A$	0,10	0,11	0,11	0,18	0,18	0,20	0,35	0,20
$U_{xx}, B$	20,1	20,8	20,9	20,8	20,9	21,0	21,1	59,2

### Список літератури

1. Лукутин Б.В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие. / Б.В. Лукутин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 187 с.
2. Бессель В. В., Кучеров В. Г., Мингалеева Р. Д. Изучение солнечных фотоэлектрических элементов: Учебно-методическое пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. – 90 с.
3. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие / А. да Роза; пер. с англ. под редакцией С.П. Малышенко, О.С. Попеля. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект». – М.: Издательский дом МЭИ; 2010. – 704 с.: ил.

**ДО ПИТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНТАКТНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ  
В УМОВАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ**

Як показали результати досліджень, ефективність електровозного відкочування нерозривно пов'язана з удосконалюванням системи гальмування шахтних електровозів, оскільки в ряді випадків маса поїзда визначається умовами його гальмування виходячи з максимально припустимої швидкості й довжини шляху гальмування. Досягнення необхідної безпеки руху повинно забезпечуватися високою ефективністю засобів гальмування [1-3].

В свою чергу найбільший ефект очікується при впровадженні сучасних технологій та систем керування на базі імпульсних перетворювачів, які можуть бути виконані на силових тиристорах або на транзисторах [3].

Відмінною рисою реалізації сили електричного гальмування шахтних електровозів є змінне значення коефіцієнта зчеплення коліс електровоза з рейками. У місцях завантаження (розвантаження) коефіцієнт зчеплення коліс електровоза з рейками відрізняється в 1,5-2 рази від коефіцієнта зчеплення на прямолінійній ділянці [1]. Крім того, при цьому дійсне значення коефіцієнта зчеплення на окремих ділянках відрізняється від середньої (розрахункової) величини на 30 – 50%. Специфічні умови експлуатації шахтних електровозів характеризуються порушенням нормальних умов струмознімання, що знижує ефективність гальмування й рівень безпеки руху.

Отже, існуюче керування не відрізняється надійністю роботи, а часте перемикавання режимів роботи призводить до необоротних наслідків, таких як порушення контакту та руйнування елементів електричних схем. самих опорів.

Основною причиною виходу тягових двигунів з ладу є пробій обмоток, розпаювання бандажів. Це свідчить про підвищене нагрівання тягових двигунів, що відбувається за досить короткий період часу.

Тому основним завданням ставиться розробка системи електричного гальмування тягових електричних двигунів, що ефективно функціонує в усім діапазоні робочих швидкостей шахтного електровозу, а також при його роботі в зоні надлишкового ковзання, з максимальним використанням гальмових властивостей тягового електропривода та мінімізацією впливу коливань та короткочасних зникнень напруги живлення.

Отже, імпульсне регулювання доцільне для модернізації електровозів; що експлуатуються, при цьому зберігається основне встаткування (тягові двигуни й уся механічна частина), демонтується основна частина найменш надійного електроустаткування (силові контролери й інша контактна апаратура). В результаті може бути продовжений ресурс електровозу (зазвичай на 15 років). При цьому забезпечується найдешевший варіант модернізації електропоїздів з енергозбереженням і з подовженням ресурсу. Однак, в планах подальшої перспективи розробки слід вести по тягових електроприводах з асинхронними тяговими двигунами.

Можливість виконувати перетворювачі на базі IGBT транзисторів, які можна вважати ідеальними ключовими елементами, які не мають контурів ємнісної комутації, значно полегшує розрахунки зовнішніх і регульованих характеристик електропривода та побудову системи керування. Чергове завдання полягає в тому, щоб розробити теорію комплексного розрахунку систем з імпульсними перетворювачами, враховуючи при цьому процеси в системах регулювання й керування, а також врахувати специфічні обмеження електрорухомого складу, наприклад по зчепленню. Це дозволить виконувати комплексне проектування систем імпульсного регулювання за критерієм досягнення найкращих показників роботи електровозів, тобто мінімальний шлях гальмування – максимальна зчїпна вага, для заданої технічної швидкості.

*Список літератури*

1. **Волотковський С.А.** Рудничная электровозная тяга. -М.: Недра, 1981. - 389с.
2. **Синчук О.Н.** Шахтний електровозний транспорт. Теорія, конструкції, електрооборудованіє / О.Н. Синчук, Э.С. Гузов, В.Л. Дебелый, Л.Л. Дебелый; под ред. докт. техн. наук, проф. О.Н. Синчука. – Кривой Рог - Донецк: ЧП Щербатых А. В., 2015. – 296 с.
3. **Алексеев Н.И.** Оптимизация систем электрической тяги в подземных выработках шахт. - М.: Недра, 1979. – 252 с.

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ  
ВАГОНЕТОК ШАХТНОГО ЭЛЕКТРОВОЗНОГО ТРАНСПОРТА ПОД РАЗГРУЗКУ В  
УСЛОВИЯХ ШАХТ КРИВБАССА**

В настоящее время в шахтах Кривбасса среди локомотивов шахтного рельсового транспорта преимущественное распространение имеют электровозы постоянного тока с релейно-контакторной системой управления. Такая система привода уже давно устарела, так как не соответствует современным уровням экономичности и технологичности обслуживания. Однако при отсутствии средств на кардинальное обновление парка электровозов, в качестве одного из вариантов частичной модернизации системы привода шахтных электровозов является автоматизация загрузочно-разгрузочных работ шахтного электропоезда.

Автоматизация точного позиционирования вагонеток при разгрузке предполагает перемещение без участия машиниста вагонеток на расстояние 7,9 м за минимальное время, с высокой точностью. Начальное состояние электровозосостава принимается полностью сомкнутым, то есть все зазоры сомкнуты, и при разгоне будут выбираться с ударами. При этом следует иметь в виду, что величина свободного хода (зазора) каждого сцепного устройства составляет примерно 20 см.

В результате моделирования установлено, что, несмотря на значительные колебания скорости электровоза и-за ударов вагонеток через сцепные устройства как при пуске, так и при торможении, а также на то, что скорость двигателей электровоза не может плавно регулироваться из-за особенностей работы релейно-контакторной схемы управления, поставленную задачу автоматизации можно решить при использовании нижеследующей последовательности работы командоконтроллера электровоза (для настоящих условий моделирования).

На первой разгонной ступени до 2,5-й секунды идет трогание электровозосостава, после чего идет переключение командоконтроллера на вторую разгонную позицию, и электровоз разгоняется дальше. Далее на 16,4 секунде осуществляется переключение с разгонного на режим динамического торможения (с реверсированием обмотки возбуждения), с дальнейшим последовательным переключением 2-х тормозных позиций командоконтроллера.

Очевидно, тяговый электропривод с релейно-контакторной системой позволяет получить удовлетворительные результаты при управлении опытным оператором электровоза. Однако по графикам не очевидны направления дальнейшей автоматизации управления релейно-контакторной системой. При произвольно разной загрузке вагонеток, очевидно, электровозосостав трогается за разное время, потому что нет стабилизации разгонной скорости электровоза. Остается открытым вопрос момента времени перехода с разгонного на динамический тормозной режим. Оператор этот момент определяет на основе своего личного опыта, и очевидно, что он может допускать ошибки в оценке этого момента. Далее, переключения между двумя тормозными ступенями тоже могут производиться в произвольные моменты времени.

Поэтому в заключение следует сделать вывод, что релейно-контакторная система регулирования скорости тягового электропривода постоянного тока, в принципе позволяя осуществлять точное перемещение вагонеток, плохо поддается автоматизации по этому направлению, и в дальнейшем автоматизация должна реализовываться только на основе других систем привода.

*Список літератури*

1. Синчук О.Н. О варианте энергоэффективной структуры управления тяговым электромеханическим комплексом двухосных электровозов / О.Н. Синчук, И.О. Синчук, А.Ю. Давыдов, С.Н. Якимец, Н.И. Лесной, Е.И. Скапа // Електромеханічні енергозберігаючі системи. Кременчук, КНУ 2010. – Вип. 3/2010 (11). – С.27 – 29.

2. Волотковский С.А. Рудничная электровозная тяга / Волотковский С.А. – Москва: Недра, 1981. – 389 с.

3. Клепиков В.Б. Динамика электромеханических систем с нелинейным трением : монография / В. Б. Клепиков. – Харьков : Підручник НТУ «ХП», 2014. – 408с.

## РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ КРОКОВИМ ДВИГУНОМ 28BYJ-48

Для підготовки фахівців, які мають навички в питаннях побудови та налаштування позиційних систем з КД в ДВНЗ «Криворізький національний університет» в учбовий процес впроваджуються лабораторні роботи по аналізу способів керування КД.

Простота управління кроковими двигунами виявляється в тому що його можна оптимізувати під свої потреби та запити, для чого потрібно подати у необхідній послідовності імпульси керування для комутації обмоток двигуна[1].

Крокові двигуни поділяються за конструкцією на біполярні та уніполярні. У біполярних двигунах кожна фаза має одну обмотку, отже, для зміни напрямку магнітного поля необхідно змінювати полярність напруги живлення. У драйверів такого двигуна необхідно використовувати мостовий перетворювач. В уніполярних двигунах в середині кожної обмотки є вивід, що дозволяє перемиканням половини обмоток змінювати напрямок магнітного поля. Це спрощує схему драйвера, тому що тепер немає необхідності зміни полярності напруги. Достатньо лише використовувати чотири простих перемикача. Іноді уніполярні двигуни мають чотири роздільні обмотки[3].

Виходячи з існуючих двох типів КД– біполярні та уніполярні, розрізняють чотири способи керування: повнокроковий режим без перекриття фаз; повнокроковий режим з перекриттям фаз; напівкроковий режим.; мікрокроковий режим.

Для аналізу режимів керування кроковими двигунами було виготовлено стенд з двофазним біполярним двигуном з об'єднаною середньою точкою.

Стенд розроблено для керування кроковим біполярним двигуном 28BYJ-48.

Двигун оснащений редуктором з коефіцієнтом передачі 1/64.

Для керування двигуном використовується драйвер ULN2003.

Драйвер являє собою звичайний дарлінгтонівський підсилювач та використовується для узгодження по рівням напруги та потужності двигуна та виходів ПЛК[3].

Дарлінгтонівський підсилювач це два транзистора однаковою структури з'єднані спеціальним чином для високого підсилення. Таке з'єднання транзисторів утворює складовий транзистор. Такий транзистор використовується в схемах працюють з великими струмами і у вхідних каскадах підсилювачів, якщо необхідно забезпечити великий вхідний імпеданс. Коефіцієнт посилення по струму типового складеного транзистора, у потужних транзисторів може досягати 50000.

В зв'язку з тим, що у двигуна з'єднані середні точки напівобмоток для керування використовується напівкрокова послідовність керування, при якій одночасно під струмом знаходяться дві обмотки.

На входи  $IN1$ ,  $IN2$ ,  $IN3$ ,  $IN4$  подаються сигнали з відповідних виходів ПЛК.

В якості ПЛК застосовано програмуємий логічний контролер *PLC ABB AC500 eCo*.

Для керування двигуном обрані дискретні входи з номерами 0, 1, 2, 3, дискретні виходи з номерами 0, 1, 2, 3 та аналоговий вхід з номером 0.

Вхід  $di0$  використано для дозволу роботи,  $di1$ ,  $di2$  – завдання напрямку обертання,  $di3$  – скидання. Аналоговий вхід – завдання куту повороту двигуна.

Дискретні виходи використовуються для подачі напруги на фази двигуна[4].

Лабораторні роботи які можуть бути виконані на наведеному стенді сприяють покращенню професійної підготовки студентів, та дозволяють їм набути необхідних навичок.

### Список літератури

1. Емельянов А.В. Шаговые двигатели: учеб. пособие/ А.В. Емельянов, А.Н. Шилин/ ВолГГТУ. Волгоград, 2005. 48 с.
2. Tony R. Kuphaldt. Lessons In Electric Circuits, Volume II – AC, Sixth Edition, 2007. 561 с.
3. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями. Под общ. ред. М.Г. Чиликина. М., «Энергия», 1971. 624 с.
4. Кенио Такаши. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ., М.: Энергоатомиздат, 1987 – 199 с.

**СХЕМА ЗАМІЩЕННЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РОБОЧІ РЕЖИМИ ГЛИБОКОПАЗНОГО  
КОРОТКОЗАМКНЕНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА**

Згідно основам загальної теорії електричних машин [1] обертові машини можна розглядати, в конструктивному виконанні, що складаються з двох циліндричних сталевих частин, розділеними вузьким кільцеподібним простором - повітряним зазором. Одна з частин може бути нерухомою, інша рухома-обертова. Обидві частини, через повітряний зазор пронизуються загальним магнітним потоком ( $\Phi$ ). Поблизу поверхні цих частин, паралельно осі циліндрів, розташовані струмопровідні провідники, що утворюють обмотки машин, і робочий процес машини, визначається, в першу чергу, розподілом струмів по колах поверхонь циліндрів.

Магнітне поле, усередині стали ротора є складним, однак внаслідок високої магнітної проникності сталі можна досліджувати розподіл поля тільки в повітряному зазорі або в безпосередній близькості від нього.

Тому для типів АД з покращеними пусковими характеристиками, внаслідок використання глибокопазного ротора, необхідно враховувати явище витіснення струмів в роторі до поверхні, а також насичення стали по коліях основного потоку і потоків розсіяння (у напрямку до повітряного зазору зменшується ширина паза).

Самі потоки розсіяння обумовлені тим, що провідники обмотки ротора розташовані в пазах, а не на поверхні ротора і ближче до повітряного зазору. Крім того, обмотки мають лобові частини, що виступають за межі сердечника ротора. Потоки розсіювання - це та частина силових ліній поля ротора, яка зчеплена з провідниками ротора, але не зчеплена з провідниками статора.

Використання методу введення додаткового активного опору в коло ротора  $R_q$  на час пуску для короткозамкнутого АД здавалося б неприйнятно. Але були сформульовані вимоги для глибокопазного АД).

в період пуску - підвищене значення активного опору  $R_2$  (бажано зниження індуктивного опору ротора  $X_{\sigma 2}$ , що є еквівалентом дії поля розсіювання)  $S=1 \quad Z_2=R_2+j X_{\sigma 2} \cdot S \approx j X_{\sigma 2}$ ;

в період, коли поточне ковзання дорівнює номінальному  $S \approx S_n$  зниження  $R_2$  (допускається зростання  $X_{\sigma 2}$ , так як  $X_{\sigma 2} \cdot S_n$  дуже мало). В період роботи  $S \approx S_n \quad Z_2=R_2+j X_{\sigma 2} \cdot S \approx R_2$

Відомо, що опір мідного провідника при змінному струмі по перетину відрізняється при постійному струмі. Пов'язано це з тим, що при постійному струмі заряди розподіляються рівномірно по перетину, а при змінному нерівномірно - ближче до поверхні. Це явище називають «витіснення струму» або «поверхневий ефект». Це має шкідливий вплив у всіх електричних машинах змінного струму через нераціональне використання міді. З іншого боку корисне застосування цього явища сприяє вирішенню двох проблем використання економічно вигідних короткозамкнених АД - обмеження пускового струму застосуванням безреостатного пуску і збільшення пускового моменту.

Багато авторів досліджували застосування явища «витіснення струму» в різноманітних випадках і прийшли до висновку, що омичний активний опір  $R_{\square}$  при змінному струмі виражається через омичний опір при постійному струмі  $R_{\approx}$  у вигляді де  $k$ - коефіцієнт, більший одиниці.

При розрахунках з грубим наближенням для обмоток АД можна в середньому приймати  $k = 1,10 \div 1,2$ , тому при змінному струмі активний опір обмоток мідних проводів можна брати на 10-20% більше, ніж активний опір при постійному струмі.

*Список літератури*

1. Адкинс Б. «Общая теория электрических машин», Госэнергоиздат, Москва, 1960г.
2. Бергер А.Я. «Приближенное определение параметров схемы замещения двигателя мощностью выше 100 кВт по каталожным данным» / Бергер А.Я., Поклонов С.В./ Электромеханика №3, 1974г.
3. Воротеяк Э.А. «Прогнозирование рабочих характеристик глубокопазного асинхронного двигателя по каталожным данным». Академический вестник №19 2007г.
4. Воротеяк Е.А. Питання післяремонтної експлуатації глибокопазного асинхронного двигуна/ Воротеяк Е.А., Коломц Г.В., Кузьменко А.С.// Гірничий Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. Випуск 100. Кривий Ріг-2015 121 с.

**АНАЛІЗ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ЦИФРОВИМ РЕГУЛЯТОРОМ СТРУМУ**

Шахтний електровозний транспорт завдяки його мобільності та низькому рівню енергетичних витрат набув широкого розповсюдження на гірничо-видобувних підприємствах України та світу в цілому. Саме тому особлива увага приділяється його розвитку та вдосконаленню. Через особливості експлуатації та можливості, при необхідності, застосовувати електровози на підприємствах, що можуть відрізнитись своєю продуктивністю й рівнем експлуатації шахтного транспорту, що обумовлюється геологічними умовами, виникає необхідність уніфікації основних вузлів привода електровозу. До таких вузлів можна віднести тягові двигуни і пристрої керування[1].

Реальна оцінка навантажень тягових електричних двигунів шахтних електровозів є одним з найважливіших питань, що виникають при їх експлуатації. Для шахтних електровозів характерною ознакою є циклічна робота, обумовлена періодичністю процесу відкочування руди. У таких умовах найбільш характерними показниками для аналізу режиму роботи тягових двигунів є навантажувальні діаграми, отримані за час рейсу. Оброблена діаграма струмового навантаження тягового електричного двигуна при постановці вагонеток в пункті завантаження показує, що у процесі пуску струмові навантаження, а отже, й тягові зусилля перевершують, припустимі величини, що викликає зайву кількість пусків при завантаженні вагонеток.

Розвиток перетворювальної техніки дозволяє забезпечити надійне регулювання швидкості та струму тягових електричних машин із застосуванням сучасних елементів, ефективних як за своїми експлуатаційними та конструкційними показниками. Виходячи з вимог уніфікації, система керування електричними двигунами повинна забезпечувати ефективну роботу в режимах тяги й гальмування, й відповідати конструктивним вимогам з мінімізацією елементів, що її складають[2]. Отже, цифрові системи регулювання набули широкого розповсюдження, тому перспективним напрямком є дослідження структур, основу яких складає синтез регуляторів та законів керування.

Відповідно до структурної схеми, внутрішній контур утворюється регулятором струму, силовим перетворювачем та зворотнім зв'язком за струмом через датчик струму. При розрахунку регулятора струму контур струму налаштовується на модульний оптимум. Таким чином, в якості регулятора струму використовується пропорційно-інтегральний регулятор.

Для синтезу цифрового регулятора струму застосовується теорема Ляпунова в дискретній формі.

Оскільки керування  $U_k$  повинно входити у систему з лінійним множником [3], тобто добуток похідної за сигналом регулювання з правою частиною об'єкта керування дорівнюватиме функції, що мінімізується у відповідності до коефіцієнтів при однакових ступенях.

На основі отриманих виразів у програмі MatLab була побудована імітаційну модель та досліджені електромагнітні процеси у контурі струму при зміні навантаження електричного двигуна з такими параметрами: номінальна потужність – 45 кВт, напруга живлення – 250 В, номінальний струм якоря – 200 А,  $T_\mu = 0,01$  с.

Результати математичного моделювання контуру струму свідчать про зменшення часу перехідного процесу у системі з цифровим регулятором струму, що синтезовано із застосуванням теореми Ляпунова у дискретній формі запису та використанням рівнянь Белмана, у порівнянні з роботою пропорційно-інтегрального регулятора, який було налаштовано на модульний оптимум. Отже, оптимізація системи керування по мінімуму інтегральних квадратичних функціоналів дозволила підвищити швидкодію.

*Список літератури*

1. Сарычев, А. П. Математическая модель ротора для анализа управления магнитными подшипниками / А. П. Сарычев, И. Г. Руковицын // Тр. НПП ВНИИЭМ. – 2008. – Т. 107. – С. 11–15.
2. Сейдж Э.П., Уайт Ч.С. Оптимальное управление системами. – М.: Радио и связь, 1982. – 392 с.
3. Чураков Е.П. Оптимальные и адаптивные системы. – М.: Электроиздат, 1987. – 256 с.

**ПЕРСПЕКТИВИ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ПОЗИЦІОНУВАННЯ  
СОНЯЧНИХ ТРЕКЕРІВ**

Одним з найбільш привабливих і перспективних поновлюваних джерел енергії завжди вважалася фотовольтаїка, тобто пряме перетворення сонячної енергії в електричну. Сонце може забезпечити зростаючі потреби в енергії протягом багатьох сотень років. Загальна кількість сонячної енергії, що надходить на Землю протягом години, перевищує кількість споживаної людством енергії протягом року. За останні 20-30 років темпи зростання сонячної енергетики становили в середньому приблизно 25%. Один із основних напрямів прямого перетворення сонячної енергії в електричну реалізується у напівпровідникових фотоелементах (ФЕ). Через теоретичні обмеження у перетворенні спектра в корисну енергію (близько 30%) для фотоелементів першого і другого покоління потрібне використання великих площ землі під електростанції[1].

Перетворення енергії в фотоелектричному елементі засновано на фотоелектричному ефекті, який виникає в неоднорідних напівпровідникових структурах при впливі на них сонячного випромінювання.

Для експериментальних досліджень в умовах лабораторії було встановлено штучне освітлення, яке імітує роботу сонячного випромінювання (чотири лампи ECON 12500117 галогенного джерела світла потужністю 500 Вт, які імітують сонячні промені). Для подальшої роботи та аналізу режимів роботи було обрано полікристалічні панелі типу FDS-020P-12.

Як відомо [2], ККД сонячної панелі максимальне при потраплянні на неї прямих сонячних променів, але сонце постійно рухається, тому ККД сонячних панелей суттєво знижується, коли сонячні промені падають під кутом. Для того, щоб підвищити ККД сонячних панелей використовують системи, що слідкують за сонцем, та автоматично повертають сонячну панель для потрапляння на неї прямих сонячних променів. Система орієнтації сонячних панелей – це механізм призначений для наведення сонячних панелей на сонце. Наведення виконується шляхом повороту і утримання необхідної орієнтації сонячної панелі у просторі за допомогою системи керування переміщенням і повороту сонячних панелей електромеханічним приводом.

Слід зазначити, що в СЕП СФЕС (слідкуючому електроприводі сонячних фотоелектричних станцій) не враховується зменшення чутливості системи управління до зміни її параметрів з метою стабілізації системи. У зв'язку з цим на основі одноконтурної СЕП геліоустановки була змонтована система зі змінною структурою, яка дає можливість підвищити якість перехідних процесів і зменшення чутливості системи до зміни її параметрів.

Система зі змінною структурою забезпечує високу швидкодію у відпрацюванні заданого кута повороту СЕП СФЕС. В результаті менше витрачається енергії на компенсацію впливів, що обурюють, і для роботи приводу витрачається менша кількість електричної енергії [3].

За результатами роботи фотоелектричної установки із системою позиціонування сонячних панелей було виявлено, що система зі змінною структурою дає можливість зменшити споживання електричної енергії на 2,75 Вт, що становить 15,94 %. Крім цього коефіцієнт потужності системи збільшується на 1,1 %, а рівень реактивної потужності зменшується на 48 %.

Коефіцієнт гармонік струму зменшується на 8,8%.

*Список літератури*

1. **Риженков Д.В., Колесник В.Ю.** Актуальні питання енергоефективності гірничо-металургійного виробництва// Дослідження системи позиціонування сонячних панелей, – Кривий Ріг, 2017.– 18 с.
2. **Терехов В. М., Овсянников Е.М., Цаценкин В.К.,** Малоредукторный следящий электропривод для систем наведения, – М.: МЭИ, вып. 976.- 2000.С.46-58.
3. **Алфёров А.Н.** Разработка системы наведения для следящего привода солнечных фотоэлектрических станций, – Алматы, 2014.– 95с.

В.С. МОРКУН, д-р техн. наук, проф., Н.В. МОРКУН, д-р техн. наук, доцент  
В.В. ТРОНЬ, канд. техн. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **ОЦІНКА ГУСТИНИ ЧАСТОК ТВЕРДОЇ ФАЗИ ПУЛЬПИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ І ХВИЛЬ ЛЕМБА**

Для контролю характеристик рудного матеріалу у технологічних потоках лінії збагачення розроблено ряд методів і способів. Серед існуючих підходів досить широке застосування знайшли методи, засновані на застосуванні ультразвукових поверхневих хвиль [1-5]. Перевагою даного підходу є відносно велика концентрація енергії у хвилі внаслідок малої величини шару локалізації, а також можливість отримання ультразвукового сигналу з будь-якої точки поверхні поширення [2].

Серед відомих поверхневих хвиль найбільш вивченими є ультразвукові хвилі Релея [1-3], що поширюються уздовж границі твердого тіла. Хвилі даного типу характеризуються найбільшою концентрацією енергії. Водночас, хвилі Релея істотно залежать від стану поверхні поширення. Аналогічні за своєю природою поверхневі хвилі Лява [4, 5]. Даний тип хвиль відрізняються істотною залежністю від стану поверхневого шару. Також, до основних типів ультразвукових поверхневих хвиль відносять хвилі Стоунлі [1]. Хвилі Стоунлі поширюються як в рідкому, так і твердому півпросторі. Слід відзначити, що складова, яка поширюється в рідкому півпросторі, схильна до впливу тих же факторів, що і звичайні об'ємні ультразвукові коливання.

Оскільки стінки технологічних ємностей, як правило, виготовляють з листового металу при реалізації ультразвукового контролю параметрів середовищ, що контактують з ними доцільно використовувати хвилі Лемба [1]. Даний тип хвиль характеризується значною концентрацією енергії та меншою мірою схильний до дії збурюючих факторів. Водночас, при розробці методів і засобів контролю параметрів газомісних суспензій важливим завданням є визначення ступеня впливу параметрів досліджуваної середовища на величину загасання хвиль Лемба.

Метою даної роботи є підвищення точності вимірювань густини частинок твердої фази пульпи на основі закономірностей поширення гамма-випромінювання у випадково неоднорідних гетерогенних середовищах, а також поширення хвиль Лемба поверхнями, що контактують з даними середовищами. Для досягнення поставленої мети поставлено такі задачі: встановити закономірності поширення гамма-випромінювання та хвиль Лемба при взаємодії з випадково неоднорідними гетерогенними середовищами, розробити схему і виконати розрахунок параметрів основних компонентів пристрою контролю густини твердої фази суспензії.

У результаті виконаних досліджень виявлено закономірності поширення гамма-випромінювання у випадково неоднорідних гетерогенних середовищах. Встановлено закономірності поширення хвиль Лемба по поверхнях, що контактують з такими середовищами, у процесі їх природного і спеціально організованого переміщення. Отримані закономірності дозволяють визначити густину часток твердої фази, яка при відомій їх крупності і концентрації в контрольованому обсязі характеризує ступінь розкриття корисного компонента. Розроблено схему пристрою контролю густини твердої фази суспензій на основі закономірностей поширення гамма-випромінювання у випадково неоднорідних гетерогенних середовищах, а також хвиль Лемба по поверхнях, що контактують з цими середовищами. Похибка вимірювань густини часток твердої фази пульпи становить 1-3%.

#### *Список літератури*

1. **Викторов И. А.** Звуковые поверхностные волны в твёрдых телах. М.: Наука, 1981. 286 с.
2. **Lamb H.** On waves in an elastic plate // Proc. Roy. Soc. London A., 1917. N.93. P. 114.
3. **Богданова И. П., Нестерова Н.А., Федорченко В.С., Грицай Ю.Л.** Обогащаемость железных руд. М.: Недра, 1989. 158 с.
4. **Ржевский В.В., Ямщиков В.С.** Ультразвуковой контроль и исследования в горном деле М.: Недра, 1968. 120 с.
5. **Seip R., VanBaren P., Cain C., Ebbini E.** Noninvasive real-time multipoint temperature control for ultrasound phased array treatments // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. 1996. N. 6. P. 10631073.



А.М. МАЦУЙ, канд. техн. наук, доц., В.О. КОНДРАТЕЦЬ, д-р техн. наук, професор  
Центральноукраїнський національний технічний університет

### **ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗДІЛЬНОГО ПОДРІБНЕННЯ І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІЗНОТИПІВ РУД КОНКРЕТНОГО РОДОВИЩА**

Вітчизняні залізорудні концентрати поступаються собівартістю порівняно з зарубіжними. Покращити ситуацію можливо удосконаленням підходів переробки сировини та модернізацією автоматизації цих процесів. Розглянемо цю проблему на прикладі одного з вітчизняних залізорудних родовищ.

У даному родовищі виділяють сім типів руд, які, в свою чергу, поділяють на чотири гатунки – 1 – легкозбагачувальні, 2 – середньозбагачувані, 3 – важкозбагачувальні та 4 – дуже важкозбагачувальні руди. Руди родовища відрізняються великою різноманітністю як за змістом загального і магнітного заліза, так і за здатністю збагачуватися. Проаналізувавши технологічні характеристики і особливості типів руд даного родовища, приходимо до висновку, що найбільш ефективно їх подрібнювати окремо, налаштувавши технологічний процес на конкретний тип. До такого ж висновку в 2000 році приходять Л.Ф. Біленко, в 2005 році В.В. Морозов. Це підтверджує і В.Г. Масленников у 2013 році, стверджуючи, що кожний млин і кожна руда потребують індивідуального підходу і з точки зору вибору футеровки. У 2015 році Д. Даваасамбуу і Д. Ерденецогт відмічають, що переробка руд в суміші закономірно приводить до пониження показників. В.Б. Кусков, Ю.М. Сищук в 2016 році вказують, що результати дослідження підтверджують необхідність індивідуальних підходів і спеціальних технологій для ефективного збагачення складних за речовим і мінеральним складом залізних руд. Тому на збагачувальних фабриках доцільно переробляти окремо кожний технологічний тип руди в родовищі, що значно покращить їх експлуатаційні показники. При організації такої технології переробки сировини окремі технологічні типи руд необхідно буде накопичувати в конкретних бункерах і подавати їх у відповідні кульові млини. Такий підхід вписується і в нову парадигму переробки мінеральної сировини, яка викладена Е.А. Хопуновим в 2015 році, де передбачається формування технологічних гатунків руд в процесі їх видобування.

Однією з найбільш відповідальних операцій при організації такої переробки є розпізнавання технологічних типів руд, де необхідно враховувати їх властивості. При розпізнаванні руд необхідно опиратись на їх основні властивості, які враховує технологія подрібнення – це середній розмір вкрапленості магнетиту і коефіцієнт подрібнюваності. Дану задачу доцільно розв'язувати в межах конкретного родовища, досліджуючи властивості руд, які можливо автоматично визначити і які зв'язані з основними ознаками – середнім розміром вкрапленості магнетиту і коефіцієнтом подрібнюваності. Дослідження залежності коефіцієнта подрібнюваності руд від їх магнітної сприйнятливості у даному родовищі показало, що існує достатньо тісний зв'язок цих параметрів, не враховуючи руду третього типу. У даному випадку такий зв'язок не є обов'язковим, оскільки для розпізнавання типів руд важливим є не сам факт зв'язку, а віддаленість значень магнітної сприйнятливості одна від одної. Для даного родовища окремі типи руд створюють три пари близько розташованих значень, що ускладнює розпізнавання. Використовуючи достатньо точну вимірну апаратуру, можливо встановити коефіцієнт подрібнюваності руд, а відповідно і їх тип. Однак в умовах видобування руд відкритим способом абсолютно точно здійснити вимірювання практично не можливо, тому розпізнати між собою руди п'ятого і шостого, першого і сьомого, другого і третього типу достатньо складно. Для цього слід використати певну додаткову інформацію, яку необхідно відшукати. Нині існує порівняно багато наробок, які можливо використати для розпізнавання окремих типів руд в потоках, а також запропоновані мобільні дробильно-сортувальні радіометричні комплекси, пристосовані для вирішення цих задач. В перспективі їх можливо легко «вписати» в роботизовану систему автоматизації відкритих гірничих робіт.

Отже, доведена доцільність роздільного перероблення окремих типів руд і можливість його здійснення та розпізнавання руд в процесі їх видобування.

А.С. ВЕЧЕРКОВСЬКА, асистент  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## **ПРОЕКТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

Важливе місце серед науково-технічних проблем розвитку промисловості відводиться автоматизації виробничих процесів і виробництв.

Виробництво фільтруючих матеріалів, що поєднують продуктивність з високою утримуючою здатністю, є на сьогодні найважливішим завданням. Вирішенням цього завдання сприяє як правильний вибір конструкцій фільтрувального апарату, вибір матеріалів, та автоматизація процесу виробництва, управління замовленнями підприємства, та ін.

Основними задачами автоматизації є інтенсифікація виробництва на основі впровадження нових досягнень науки та техніки, скорочення числа технологічних переходів, впровадження безперервних схем виробництва. Перебіг технологічного процесу (ТП) і технічний стан обладнання в кожен момент часу характеризується різними фізичними величинами: зусиллям, тиском, температурою, переміщенням, швидкістю, прискоренням, витратою рідини і газу, електричною напругою, силою струму і т. д. Під час ТП і роботи обладнання безперервно змінюються. Рівень і якість автоматичного контролю, регулювання та сигналізації визначає точність і надійність вимірювальних приладів. Для здійснення контролю оператор, повинен отримувати відомості про значення технологічних параметрів і про їх зміну в зручному для нього вигляді, найкраще перебуваючи у віддалені від технологічного обладнання у вигляді результату виконання комп'ютерної програми, або мобільного застосунку, тобто необхідне узагальнення, аналіз і прогноз.

Створення систем керування складними технологічними процесами висуває ряд важливих проблем. Особливе місце займає проблема синтезу моделей управління взаємодіючих підсистем, необхідних для вибору і обґрунтування їх оптимальних структур і параметрів. При цьому необхідно забезпечити цим підсистем бажані властивості і характеристики з точки зору проектування. Крім того в кожному конкретному випадку є специфічні умови виробництва, які можуть висувати свої показники, такі як: продуктивність технологічного процесу, його надійність, вірогідність відмови обладнання і середній час простоїв технологічного комплексу, управління замовленнями та ін.

Актуальність розробки нових підходів до моделювання складних систем управління технологічними процесами обумовлена, з одного боку, постійно зростаючою складністю вирішуваних завдань в промисловості і, з іншого боку, появою нових досягнень в інформатиці, потенційно здатних значно поліпшити існуючі автоматизовані системи управління технологічними процесами.

У сучасних системах програмне керування здійснює програмний комплекс, який цілком знаходиться в пам'яті управляючого комп'ютера. Програмний комплекс є складним програмним продуктом, тому доцільно виділити основні частини цього засобу, які можуть розглядатися окремо. Тоді з'явиться можливість вносити зміни та розширювати функціональність, не змінюючи увесь комплекс. Залежно від складності системи і самої програми це може бути комп'ютер універсального типу або мікропроцесорна спеціалізована система.

Доповідь присвячено обґрунтуванню структури автоматизованої системи керування технологічним процесом фільтруючих елементів та підприємством в цілому, що представляє взаємодію компонентів системи.

### *Список літератури*

1. **Вечерковська А.С., Поперешняк С.В.** Автоматизація виробництва елементів з пористого поліпропілену методом пневмоекструзії/ **А.С. Вечерковська, С.В. Поперешняк** // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. № 44 (1266). 2017. – с. 116-122.
2. **Вечерковська А.С., Поперешняк С.В.** Особливості побудови автоматизованої системи виготовлення фільтруючих елементів/ **А.С. Вечерковська, С.В. Поперешняк** // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. -№ 12. 2017.

## **КЕРУВАННЯ ПОСТАЧАнням ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ SMART GRID – ТЕХНОЛОГІЙ**

Проблема енергоспоживання є однією з найважливіших у всіх розвинених країнах і набуває особливої актуальності в Україні, де енергоресурси використовуються у крайню не ефективно, а їх вартість постійно зростає. Політика енергозбереження на державному рівні є одним з головних пріоритетів енергетичної галузі, вирішальним елементом, який визначає енергетичну безпеку країни.

Ефективним напрямком вирішення цієї задачі на сьогоднішній день є застосування концепції Smart Grid. Система Smart Grid представляє собою інтелектуальну автоматизовану систему, елементами якої є електричні мережі, виробники електроенергії і споживачі. Ця система дозволяє контролювати режими роботи всіх учасників процесу вироблення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії.

Особливе місце в концепції Smart Grid посідає використання альтернативних джерел енергії – сонячної та вітрової. Такі види можливо отримати за допомогою сонячних панелей та вітряків. Такі види енергії також мають назву відновлювальних.

Також, не менш важливе місце в цій концепції посідають акумулятори. Використання акумуляторів дає змогу не тільки накопичувати потрібну енергію, але й передавати її для використання в технічних процесах, які відбуваються на виробництві. Окрім цього, акумулятори виступають у якості аварійного джерела енергопостачання.

Впровадження та розвиток концепції Smart Grid вже здійснюється багатьма країнами світу. В таких умовах розвиток електроенергетики України потребує формування та впровадження власної концепції Smart Grid з метою поліпшення якості та ефективності функціонування.

Важливу роль в функціонуванні системи відіграють різні зовнішні чинники. До таких чинників можна віднести різні погодні умови, зміни тарифів на паливо та електроенергію тощо. Тому доцільним є використання спеціальних підсистем для слідкування за погодними умовами, наприклад, за зміною швидкості вітру для вітряків, за зміною кута падіння для сонячних панелей.

Впровадження концепції Smart Grid в енергетику України забезпечить оптимальний розподіл усіх видів енергії, зменшення втрат, сприятиме підвищенню надійності та економічності функціонування підприємств, поліпшенню якості обслуговування споживачів, зниженню собівартості виробленої електроенергії та забезпеченню вимог до якості електроенергії.

Для металургійного підприємства ця концепція буде використовуватись у вигляді автоматизованої системи, яка передбачає скорочення енергоспоживання за рахунок оптимізації споживання енергоресурсів та зниження їх втрат.

Також система може включати в собі контроль то облік за такими видами енергії як газоподібне паливо (природний, доменний, коксовий, конвертерний газ), кисень, стиснуте повітря, теплова енергія, пар, вода та електроенергія.

Впровадження подібних систем на металургійних підприємствах матиме позитивні наслідки як у економічному, так і у соціальному плані. По-перше, зменшить собівартість виробництва кінцевої продукції та підвищить її конкурентну спроможність. Також стимулюватиме реалізацію подібних систем на інших металургійних підприємствах. По-друге, покращить умови праці та економічну ситуацію, оживить економічну діяльність за рахунок залучення нових інженерів для реалізації проектів.

Доповідь присвячено доцільності використання автоматизованих систем керування постачанням енергії на основі концепції Smart Grid для технологічних процесів металургійного підприємства; обґрунтуванню перспектив впровадження подібних систем.

В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доцент, К.В. ЛОБОВА, студентка  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ВДОСКОНАЛЕНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ КОТУНІВ ЗАСОБАМИ APC**

На гірничозбагачувальних підприємствах впроваджені різні системи управління автоматичного управління технологічними процесами таких виробників, як Schneider Electric, Festo, Siemens та ін. Практично кожен технологічний процес фабрики огрудкування знаходиться під автоматичним контролем і управлінням [1]. Проте, незважаючи на досить високий рівень автоматизації ділянок, оснащених різними механізмами і агрегатами, рівень автоматизації залишає бажати кращого. Враховуючи величезну кількість взаємозв'язаних технологій фабрики огрудкування, сьогодні надзвичайно важливо забезпечити покращення ефективності роботи як окремих технологічних об'єктів, так і цілого комплексу обладнання без зміни технології.

Для фабрики огрудкування потрібні рішення, що дозволяють не тільки збирати дані про виконання виробничої технології та аналізувати ефективність роботи виробничого процесу, але і вирішувати завдання - від стабілізації технологічних об'єктів до його оптимізації за заданим критерієм (максимум продуктивності, мінімум собівартості, мінімум питомого енергоспоживання та ін.). Отримувати всю можливу користь з системи управління технологічними процесами, проаналізувати стан технологічного процесу з точки зору його оптимальності і, при необхідності, виявити і ввести корективи в розрахунок керуючих параметрів і підтримувати оптимальні режими роботи обладнання на всіх дільницях фабрики огрудкування шляхом удосконалення системи управління дозволяють системи вдосконаленого управління технологічним процесом (СВУТП) або APC, від англ. Advanced Process Control - «вдосконалене управління технологічним процесом» [2].

Ключові цілі, що повинна сьогодні вирішувати APC-система при виготовленні котунів на фабриці огрудкування, можна сформулювати наступним чином: зниження собівартості та збільшення продуктивності при зниженні експлуатаційних витрат і збільшення прибутку виробництва готових котунів. APC - це підхід до управління, в центрі якого знаходиться ІТ-система, що виводить і підтримує такий режим роботи дільниць фабрики огрудкування, який є оптимальним з техніко-економічної точки зору. APC-рішення інтегруються з наявними на фабриці огрудкування АСУТП (DCS) для оптимального регулювання агрегатами і механізмами і співіснують з MES і ERP системами, доповнюючи їх. Інтегрування APC-системи повністю зберігає класичне PID-регулювання, але на відміну від нього стабілізує процес швидше. Перерегулювання протікає швидше і плавно без перевантажень на виконавчі пристрої і технологічне обладнання. APC-система розраховує значення керуючих впливів і стабілізує процес в технологічно допустимому, і найбільш економічно ефективно, стан рівноваги.

Основу системи APC-системи є прогнозуюча модель керованого процесу (Model Predictive Control), яка включається в контур управління в режимі реального часу і може використовуватися для створення віртуальних аналізаторів, рішення задач багато параметричного управління, стабілізації та оптимізації технологічних режимів на основі ключових показників ефективності. APC-рішення має рахунок точності математичної моделі, яка визначається повнотою математичного опису процесу виготовлення котунів, гнучкістю настройки моделі за даними технологічного процесу, можливістю моделі самонавчатися. Практичний будь-який технологічний показник, що не вимірюється безпосередньо, може бути розрахований на підставі прогнозу моделі.

### *Список літератури*

1 Vyacheslav Lobov, Karina Lobova, Mykhailo Koltiar. Investigation of temperature distribution along the height of the layer of pellets on conveyor roasting machine. Metallurgical and Mining Industry, No. 4, p.p. 34-38, 2015.

2 S. Howes. Implementing advanced process control for refineries and chemical plants / Steve Howes, Janarde Le Pore, Ivan Mohler, Nenad Bolf // Goriva i maziva, 53, 2 : 97-119, 2014.

## SCADA СИСТЕМА ДЛЯ ГАЗОПОВІТРЯНОЇ УСТАНОВКИ

Збереження електроенергії є актуальним питанням сьогодення, тому для вирішення цього питання дослідники пропонують різні способи для її економії. Відомі газоповітряні енергетичні установки (ГПЕУ), що використовують відпрацьований газоповітряний потік технологічного об'єкту для генерування електричної енергії, яку можна зберігати і використовувати додатково на виробництві [1]. ГПЕУ працюють одночасно з технологічним об'єктом і розташовуються поряд з ним, тому потребують дистанційного моніторингу і керування, що вирішують за допомогою SCADA системи. Так, як керування ГПЕУ здійснюється за допомогою ЕОМ, то виникає актуальність в розробці зв'язку між SCADA системою та ЕОМ.

У доповіді автори пропонують SCADA систему для ГПЕУ, розроблену в програмному середовищі LabView. SCADA система і програмне середовище LabView знаходяться на ЕОМ, яка знаходиться у приміщенні диспетчера. Для зв'язку ЕОМ з ГПЕУ використовується порт USB, який працює за принципом COM-порту. У LabView використовується бібліотека VISA, яка дозволяє послідовно відправляти та приймати дані від ГПЕУ. SCADA система працює за принципом, що ЕОМ є головним і через USB відправляє команди ГПЕУ, яка повинна їх виконувати та відправляти на ЕОМ відповідь за необхідності.

У ГПЕУ існує підпрограма, яка постійно повторюється. У цій підпрограмі одна з команд виконує перевірку на надходження даних ЕОМ, у яких повинні бути команди, що потрібно виконати. Команди, які надходять від ЕОМ завчасно визначені та вони мають свої номери, за якими програмно ідентифікуються ГПЕУ, а потім виконуються. Якщо команда потребує данні у відповідь, то ЕОМ очікуватиме обробку команди ГПЕУ та відповідних даних.

Перед відправленням будь-яких команд, ЕОМ повинна упевнитись, що з'єднання встановлено і можлива передача даних у обох напрямках. Для цього першою командою відправляються дані із запитом на роботу з ЕОМ і якщо ГПЕУ програмно виявляє, що це за команда, і може її виконати, то відправляються дані на ЕОМ. Програма SCADA системи визначає, які дані повинні відправити ГПЕУ, тому при отриманні відповіді дає дозвіл на виконання інших команд.

Працездатність програмного забезпечення SCADA системи перевірено на лабораторному стенді ГПЕУ, що працює від повітряного тракту. У стенді основну роботу, щодо керування, виконує мікроконтролер ГПЕУ, він вирішує коли змінювати режим роботи і зчитувати дані з датчиків, які контролюють режими її роботи. ГПЕУ з'єднується за допомогою порту USB з ЕОМ, який використовується для передачі даних або зміни режиму роботи. Програма SCADA системи виконує збір даних, таких як: напруга і струм на двигуні вентилятора, напруга генератора, напруга акумуляторної батареї, температура двигуна, кількість обертів двигуна вентилятора та генератора. Встановлення режиму роботи установки – від SCADA системи або місцевого пульта керування ГПЕУ. Режим роботи ГПЕУ обирається вручну на SCADA системі

Зміна режиму роботи або швидкості вентилятора відбувається лише у одному місці згідно завчасно визначених режимів, у яких може перебувати ГПЕУ. Як тільки ЕОМ отримує команду будь-яким із зазначених способів він не виконує її негайно, а запам'ятовує, що потрібно виконати зміни у роботі системи. Така робота дозволяє завжди виконувати зміни у роботі ГПЕУ лише в одному місці, що знижує ризики на конфліктні ситуації, що можуть виникнути при зміні роботи системи, а це підвищує стабільність роботи ГПЕУ та зменшує імовірність виникнення не бажаних ситуацій при роботі.

Запропоновану SCADA систему може бути використати для моніторингу роботи ГПЕУ і диспетчерського управління, що дозволить покращити керування та спостереження за режимами роботи ГПЕУ.

### *Список літератури*

1. Лобов В.Й. Автоматизоване керування турбомеханізмом / В.Й. Лобов, К.В. Лобова, О.І. Донченко // Гірничий вісник, вип. 102, 2017. - С. 191-196.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ ГАЗОПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ НА ВИХОДІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТРАКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОДАТКУ КОРПОРАЦІЇ SOLIDWORKS

У рішенні проблеми енергозбереження в Україні беруть участь провідні технічні вузи країни, багато підприємств та організацій. Цій проблемі присвячена енергетична стратегія на період до 2030 року [1]. Як показує аналіз відомих способів і пристроїв для керування електроспоживанням технологічного обладнання більших із них направлені на зниження непродуктивних витрат електроенергії побутовими і виробничими споживачами, шляхом використання газоповітряних енергетичних установок [2,3], тому вирішення питання економії електроенергії енергоємного технологічного обладнання сьогодення є актуальною науково-практичною задачею.

Метою даної доповіді є надати результати розробки теоретичних аспектів та досліджень на математичній моделі, що представляє процес розподілу відпрацьованого газоповітряного потоку технологічного обладнання, кінетична енергія якого використовується газоповітряною енергетичною установкою для генерування електричної енергії, яку можна зберігати і використовувати додатково на виробництві.

Для визначення теоретичних аспектів, параметрів енергії потоку газоповітряних мас технологічних об'єктів, при виробленні електричної енергії, використавши систему рівнянь Нав'є – Стокса, розроблена математична модель, яка дозволила виконати дослідження газоповітряного потоку технологічної установки у додатку корпорації SolidWorks. У результаті отримані графіки функції зміни швидкості газоповітряного потоку в залежності від розмірів лопотів вентилятора, параметрів технологічного тракту, кількості лопатей генератора. Отримано осцилограми впливу швидкості газоповітряного потоку на зміну температури та тиску в технологічному тракту. Як показали результати досліджень при зміні швидкості обертання лопотів вентилятора від 2500 до 4300 об/хв швидкість газоповітряного потоку на виході технологічного тракту змінюється при його довжині від 0 до 500мм, при діаметрі 110 мм у межах 3 – 5.2 м/с.

При швидкості 4300 об/хв швидкості газоповітряного потоку в різних точках перерізу на виході технологічного тракту при довжині до 500мм газоповітряний потік змінюється від 0,16% – 39%. Тиск при швидкості 4300 об/хв не змінюється, який дорівнює 101325 Па.

Також побудовані графіки зміни швидкості повітряного потоку після генератору на виході технологічного тракту в залежності від швидкості обертання вентилятора (2500 – 4300 м/с) при довжині 500 мм, та діаметру 110 мм із кількістю лопотів на генераторі, що дорівнює 11, діаметр гвинта на генераторі 110 мм, діаметр центрального циліндру 38.5мм, охоплення повітряного потоку 61.93 cfm (1.754 м<sup>3</sup>/хв), як показали результати швидкості газоповітряного потоку змінюється від 2,6 м/с до 4.6 м/с.

Результати графічних залежностей та обробки отриманих даних на моделі осцилограм дозволили вказують на можливість використання кінетичної енергії відпрацьованого газоповітряного потоку технологічного обладнання для вироблення газоповітряною енергетичною установкою електричної енергії, яку можна зберігати і використовувати додатково на виробництві. Завдяки цьому це дозволить не тільки зменшити кількість спожитої електроенергії з живлячої мережі, а й підвищить ККД технологічного обладнання.

### Список літератури

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. – Режим доступу: zakon1.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc.
2. Лобов В.Й. Автоматизоване керування турбомеханізмом / В.Й. Лобов, К.В. Лобова, О.І. Донченко // Гірничий вісник, вип. 102, 2017. - С. 191-196.
3. Лобов В.Й. Управління газоповітряною енергетичною установкою промислового підприємства / В.Й. Лобов, К.В. Лобова, Даць А.В. // Електротехніка та електроенергетика. - 2018, № 2 (2017). – С.84-95. DOI 10.15588/1607-6761-2017-2-9.

О.О. ГРАММ, аспірант, О.І. САВИЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОМЕРЕЖ З НЕТРАДИЦІЙНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ**

Однією з найгостріших проблем сучасності є зростання попиту на енергетичні ресурси. З кожним роком попит на енергетичні ресурси зростає, а традиційні джерела енергії, які забезпечують задоволення більшої частини світового попиту, вичерпуються. Найбільш перспективним вирішенням даної проблеми є впровадження глобального використання відновлюваних джерел енергії.

Таке впровадження пов'язане з певним набором проблем. Перша з них – залежність потужності, що генерується альтернативними джерелами енергії від погодних умов. Другою великою проблемою є невідповідність у часі можливості генерування з альтернативних джерел та піками споживання енергії. Третя проблема – значний вплив альтернативних джерел генерування на параметри розподільної мережі, до якої вони приєднуються. Функціонування подібної мережі без адекватної системи керування є неможливим через наявність великої кількості ситуацій, що потребують керування мережею.

Перша і основна з цих ситуацій – обмеження за максимумом споживання традиційних джерел енергії. У такому випадку виникає питання керування мережею, яке забезпечить вибір оптимального із наступних варіантів:

Забезпечення живлення окремих ліній або агрегатів нетрадиційними генеруючими станціями з повним відключенням від традиційних генеруючих джерел.

Часткове забезпечення живлення окремих ліній або агрегатів генеруючими станціями без повного відключення від традиційних генеруючих джерел.

Накопичення енергії з нетрадиційних генеруючих джерел, та використання накопиченої енергії для забезпечення живлення у момент пікових навантажень.

Накопичення енергії з традиційних генеруючих джерел, та використання накопиченої енергії для забезпечення живлення у моменти перевищення максимумів споживання.

Окрім цього існують випадки, що являють собою різні комбінації даних варіантів, і для вибору найбільш оптимального буде потрібна інтелектуальна система керування.

Друга ситуація – керування режимами роботи нетрадиційних генеруючих джерел (пряме включення в мережу, робота на накопичувачі, комбінований режим) і розподіленням накопиченої енергії. Дана ситуація витікає з першої та тісно пов'язана з проблемою різниці у часі між піками генерування нетрадиційних генеруючих джерел і піками споживання енергії.

Третя ситуація пов'язана з впливом нетрадиційних джерел енергії на розподільну мережу, до якої вони приєднуються. Такими впливами можуть бути зміна напруги і частоти у мережі, реактивна потужність, перешкоди у мережі і виникнення низькочастотних коливань.

Велика кількість ситуацій, що потребують автоматичного керування призводить до потреби у складній системі автоматичного керування. Основною проблемою такої системи, а отже і основним завданням дослідження являється виявлення критерію оптимальності. При цьому критерій оптимальності складної системи повинен відповідати вимогам можливості обчислення, можливості абстрактного тлумачення, оцінка ефективності системи, оцінка якості системи, оцінка оптимальності системи, нормування і відображення екстремальних станів системи, можливість характеризувати окремі частини системи та систему в цілому.

### *Список літератури*

1. Яндульський О.С. Визначення зон ефективного регулювання напруги джерелами розосередженої генерації з інверторним приєднанням у розподільній електричній мережі / О.С. Яндульський, Г.О. Труніна // Вінниця: Наукові праці ВНТУ, 2014. – с. 1-6.
2. Лунтовский А.О. Использование технологии Smart Grid для повышения эффективности энергосетей / А.О. Лунтовский, А.И. Семенко, С.В. Губанков // К.: Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку, 2014. – с. 21-26.

С.О. РОМАНОВ, аспірант, О.І. САВИЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ГЕЛІОСИСТЕМОЮ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

На тлі енергетичної кризи актуальним є питання переходу від традиційних джерел енергії до нових, альтернативних, які екологічно менш небезпечні. Передусім це світлова енергія Сонця. За прогнозом до 2020 р., частка у виробництві електроенергії сонячними електростанціями складе не менше 8%.

В світі вже широко експлуатуються три типи перетворювачів сонячної енергії:

а) використання енергії рідини, нагрітої сонячними променями; б) пряме фотоелектричне перетворення сонячної енергії в електричний струм; в) використання дзеркал, фокусуючи теплову енергію Сонця на поверхню парових котлів теплових електростанцій.

Геліосистеми не забруднюють навколишнього середовища, прості в застосуванні, безшумні, можуть мати різні розміри. Але, навіть при сучасних технологіях вартість фотоелектричних панелей є досить високою та має окупність в середньому 5-6 років. Такий доволі тривалий термін окупності пояснюється низьким ККД установок – до 30%.

Одним із шляхів збільшення ККД є позиціонування панелей геліосистеми, тобто можливість панелей слідувати за Сонцем та бути оптимально направленими на нього. Однак при збільшенні кількості панелей постає питання у швидкому керуванні усім масивом геліосистеми одночасно. Додатковим шляхом збільшення ефективності геліосистеми є адекватний розподіл згенерованої електроенергії. Впоратись з цими завданнями здатна інтелектуальна система автоматичного керування.

Метеорологічні та кліматичні умови є збуренням для функціонування системи. Тому, мова йдеться про роботу системи з певною невизначеністю.

Якщо ж розглянути проблему адекватного розподілу виробленої енергії, то постає питання у визначенні режиму роботи геліосистеми – накопичення електроенергії в наявних накопичувачах для використання у пікові моменти споживання або робота безпосередньо в мережу чи на автономного споживача у моменти пікового генерування електроенергії з частковим або повним відключенням споживачів від традиційних джерел.

При роботі системи автоматичного керування в умовах невизначеності, класичним методом вирішення задачі керування є використання адаптивних методів. Проте, ці методи мають певні особливості у роботі, серед яких можна виокремити такі:

На етапі ідентифікації системи, при визначенні параметрів моделі об'єкта керування, постає необхідність у формуванні адекватної моделі об'єкта. Але зі збільшенням розмірів та складності системи, її моделювання також ускладнюється.

Визначення певних параметрів та змінних у режимі реального часу можливе лише у лабораторних умовах, що також ускладнює створення адекватної моделі об'єкта.

Враховуючі ці особливості, найкращим варіантом системи автоматичного керування геліосистемою є нейро-нечітка система. Цим вирішується проблема зміни умов – нейронну мережу можна перенавчати за рахунок накопичення бази знань в ході роботи системи. Формування керуючого завдання в таких системах здійснюється за певним набором правил, що визначають зв'язок між поточними параметрами системи та необхідним керуючим впливом. З плином часу, у ході роботи системи нейронна складова системи буде накопичувати та встановлювати нові, більш точні правила керування системою, що вплине на підвищення ефективності системи в цілому.

Функціонування системи автоматичного керування геліосистемою в умовах невизначеності параметрів роботи є досить складною проблемою та потребує застосування сучасних апаратів автоматичного керування, з можливістю адаптивного та динамічного реагування на зміну параметрів.

### *Список літератури*

1. **Кубов В. И.** Теоретические и экспериментальные оценки энергетической эффективности солнечных фото-батарей с учетом суточных и сезонных вариаций освещенности / **В.И. Кубов, Р.М. Кубова, А.А. Павленко** // Фізичні процеси та поля технічних та біологічних об'єктів. Кременчук : КДУ, 2012. с. 72–7



**АСИМПТОТИЧНИЙ АНАЛІЗ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

У лінійному наближенні рух багатьох систем автоматичного керування при повільній зміні параметрів об'єкта та регулятора описує рівняння другого порядку або система розміру  $2 \times 2$  із

$$u(\tau, \varepsilon) = \int_{-\infty}^{\tau} G(t-t', \tau') x(t', \varepsilon) dt'$$

функцією керування вигляду  $G(t-t', \tau')$ , де  $x(\tau, \varepsilon)$  – невідома функція,  $G(t-t', \tau')$  – імпульсна перехідна функція регулятора,  $\varepsilon > 0$  – малий параметр,  $\tau = \varepsilon t$  – повільний час,  $\tau \in [0, L]$  – скінченний проміжок. У такій постановці задача асимптотичного аналізу нестационарної системи вивчалась у роботі [1], де побудовано асимптотичний розв'язок системи керування з повільно змінними параметрами у припущенні нестійкості спектру граничного оператора [2]. Рівняння та системи із стабільними спектром досліджені досить детально і асимптотичний розв'язок таких систем записується у вигляді єдиного виразу за степенями малого параметра. Характер нестійкості спектру, що розглядається в [1] – наявність на проміжку незалежної змінної так званої точки повороту (turning point). Нестационарна система описується рівнянням зі змінними коефіцієнтами, тому в загальному випадку можна ставити питання тільки про побудову його наближеного розв'язку. Одним із методів побудови наближеного розв'язку є асимптотичний метод, що подає зображення деякого точного розв'язку рівняння або системи рівнянь за степенями малого параметра  $\varepsilon$ . Асимптотичний розв'язок побудовано у роботі [1] методом [3], який є багатомасштабним (у досліджуваному випадку – двомасштабним),  $m$  – наближення деякого точного розв'язку при використанні цього методу записується різними виразами на відрізках  $[0, \beta\sqrt{\varepsilon}]$  і  $[\beta\sqrt{\varepsilon}, L]$  відповідно. Наявність нестійкості може спричинити «стрибок» розв'язку (необмеженість по  $\varepsilon$  при  $\varepsilon \rightarrow 0$  в околі точки нестійкості). У досліджуваному в [1] рівнянні описана ситуація не виникає завдяки наявності множника  $\varepsilon$  біля правої частини (функції керування). Саме згадана ситуація, зокрема, є причиною вивчення систем рівнянь або скалярних рівнянь із різними нестійкостями у спектрі, що можливі лише для нестационарних систем. Для запису асимптотичного розв'язку у вигляді єдиного виразу (зручного для подальшого використання) необхідна досить громіздка процедура склеювання розв'язків, після чого запис міститиме також так зване розбиття одиниці [4]. Зауважимо, що для системи довільного порядку  $n > 2$  із нестійким спектром багатомасштабний метод є єдиним методом, яким можна побудувати її асимптотичний розв'язок, причому залежно від коефіцієнтів системи кількість проміжків вигляду  $[\alpha \cdot \varepsilon^{\alpha_1}, A \cdot \varepsilon^{\alpha_2}]$  може бути досить велика, хоча і скінченна кількість (вона визначається побудовою характеристичного полігону методом Iwano-Sibuya). На спільних кінцях кожних двох проміжків необхідна своя процедура склеювання розв'язків.

У постановці [1] задача асимптотичного аналізу системи керування може бути розв'язаною без залучення двомасштабного методу і розв'язок можна побудувати у вигляді єдиного виразу із використанням методу еталонних рівнянь [2]. Для випадку рівняння другого порядку таким є рівняння Ейрі. У доповіді пропонується спосіб побудови розв'язку за допомогою функцій Ейрі. Запропонований метод комбінує метод регуляризації [2] та метод послідовних наближень. Асимптотичний розв'язок рівняння руху системи керування будується у вигляді лінійної комбінації

$x(\tau, \varepsilon) = C_1 x_1(\tau, \varepsilon) + C_2 x_2(\tau, \varepsilon) + z(\tau, \varepsilon)$ , функцій Ейрі [2]  $u_i(\varepsilon^{\frac{2}{3}} \zeta(\tau))$ ,  $u'_i(\varepsilon^{\frac{2}{3}} \zeta(\tau))$ , що входять до складу  $x_i(\tau, \varepsilon)$ , та функції  $z(\tau, \varepsilon)$ , яка будується методом послідовних наближень і містить функції Ейрі як фазові ланцюги під знаками інтегралів.

*Список літератури*

1. Leifura V.N. On One Problem of Automatic Control with Turning Points/ V.N. Leifura // Proceedings of the Second International Conference “Symmetry in Nonlinear Mathematical Physics”, Kyiv. – 1997. – V. 2. – P. 488-491.
2. Ломов С. А. Введение в общую теорию сингулярных возмущений / С. А. Ломов // М.: Наука, 1981. – 400 с.
3. Шкиль Н.И. Асимптотическое интегрирование линейных систем с вырождениями / Н. И. Шкиль, И. И. Старун, В. П. Якокец // К.: Выща шк, 1991. – 204 с.
4. Спивак М. Математический анализ на многообразиях / М. Спивак // М.: Мир, 1968. – 164

О.І. САВИЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., А.О. КОЛОС, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ ДЛЯ АДМІНІСТРАТИВНО-ГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ В УМОВАХ ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА**

Ситуація, що склалася в світовому енергетичному господарстві, вимагає залучення нових ресурсів в енергетичний баланс, таких як сонячна енергія, енергія біомас, геотермальна, вітрова та деякі інші види енергії, а також їх ефективне використання з урахуванням екологічних факторів.

Стрімкий розвиток сонячної енергетики в Україні почався у 2011 році, коли в АР Крим було побудовано перший сонячний парк потужністю 7.5 МВт, що став найбільшим на пострадянському просторі на той час.

Надалі з кожним роком кількість та потужність сонячних електростанцій збільшувалась. Станом на 2017 рік на території України працюють 192 сонячні електростанції загальною потужністю близько 742 МВт.

Разом з цим отримали подальший розвиток системи керування цими процесами. Так з'явилися спеціалізовані контролери керування зарядом акумуляторів для сонячних модулів. Контролери такого типу забезпечують гнучке задання керуючих параметрів у відповідності з експлуатаційними вимогами та оснащені індикацією режимів роботи.

Слід відмітити той факт, що інтенсивність сонячного випромінювання змінюється протягом року та доби. Ефективність сонячних панелей взимку може спадати від 2-х до 8-ми разів, а вночі, як відомо, сонячні панелі взагалі не генерують електроенергії. Тому важливим питанням є накопичення електроенергії для забезпечення її безперервної подачі для адміністративно-господарських потреб.

Використання акумуляторів в системах електропостачання дає змогу не тільки резервувати електроенергію, але й накопичувати її залишки та направляти у електричну систему виробництва, або продавати її державі згідно «Зеленого тарифу».

У зв'язку з необхідністю раціонально використовувати всі вище названі пристрої альтернативних джерел енергії, виникає потреба в більш кращих системах керування процесами отримання енергії, її накопичування та витрати. Для цього потрібно використовувати сучасну комп'ютеризовану техніку та програмне забезпечення.

Важливим є вибір контролеру заряду. На сьогодні МРРТ контролери є останнім поколінням контролерів заряду з удосконаленою технологією перетворення енергії, отриманої сонячними батареями. Даний клас контролерів знімає більш високу напругу з сонячних батарей і перетворює її в найбільш придатну напругу, необхідну для заряду АКБ. При розсіяному світлі, коли вихідна напруга з модулів нижча напруги АКБ, МРРТ контролер збільшує цю напругу і заряд акумуляторів все одно відбувається.

Для підвищення продуктивності доцільним є використовувати системи слідування за сонцем, що забезпечують оптимальний кут падіння сонячних променів на чутливі елементи панелей шляхом обертання модулів по двом осям. Такі установки обладані датчиками, що фіксують кут падіння променів, датчиком вітру, актуатором, що рухає поворотну площадку та контролером, до якого підключені всі елементи системи для забезпечення керування роботою усієї системи.

Доповідь присвячено доцільності використання автоматизованих сонячних панелей для адміністративно-господарських потреб в умовах гірничого виробництва; обґрунтуванню перспектив використання сонячних панелей у регіоні Кривбасу; аналізу структури різних типів систем керування електропостачання на базі сонячних панелей.

В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц., К.В. ЛОБОВА, студентка  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ТЕПЛООБМІНУ В КОНВЕЄРНІЙ ВИПАЛЮВАЛЬНІЙ МАШИНИ

При побудові системи управління конвеєрною випалювальною машиною (КВМ) однією з основних проблем є завдання отримання об'єктивної інформації про температурні поля нагрівання шару котунів. Епізодично вдається контролювати в кращому випадку тільки температуру поверхні шару котунів, а температура внутрішніх точок по товщині шару для безпосереднього вимірювання може бути визначена за допомогою математичної моделі. Відомо [1], що теплообмін у робочому просторі печі, та й КВМ, здійснюється шляхом конвекції і випромінювання, тоді як перенесення тепла в шарі котунів відбувається за рахунок теплопровідності. При цьому процес внутрішнього теплообміну в шарі котунів по довжині машини за відповідний час задовільно описується математичною моделлю, в якій враховується теплоємність одиниці маси, щільність і коефіцієнт теплопровідності, що залежать в загальному випадку від температури та координати за розміром котунів. Для визначення початкових і граничних умов необхідно, щоб були задані функції, що характеризують розподіл температур за шаром котунів, що надходить у машину, початкові умови, деякі функції, що описують зовнішній теплообмін, вид яких визначається на етапі структурного синтезу моделей зовнішнього теплообміну, температура елементів машини, що обмінюється теплом з котунами, а також число елементів печі, що обмінюється теплом з котунами. В якості температури виступають температури газів, склепіння, стін, тощо. Завдання ідентифікації параметрів зовнішнього теплообміну можна сформулювати наступним чином. Потрібно визначити такі значення параметрів теплообміну для будь-якої зони, при яких в ідеалі розрахована температура поверхні шару котунів в конкретний момент часу, яка збіглася б із вимірним значенням температури поверхні шару котунів. Розрахунок температури котунів за моделлю забезпечує достатню для практичних цілей точність, якщо задовільно визначені значення параметрів зовнішнього теплообміну, а також є технічні можливості безперервного контролю температур усіх елементів машини, що обмінюється теплом з котунами.

Структура ідентифікованої моделі теплообміну може бути представлена, так, що враховує параметр ідентифікації конвективного теплообміну, має розмірність коефіцієнта тепловіддачі (ефективний коефіцієнт конвективного теплообміну) і параметр ідентифікації променистого теплообміну, що має розмірність ступеня чорноти і коефіцієнт випромінювання абсолютного тіла. В якості критерія ідентифікації використовуємо квадрат нев'язки, який наближується до нуля. При вирішенні задач параметричної ідентифікації доводиться вирішувати спільні завдання інтегрування рівняння з граничними умовами і оптимізацією.

Відомо, що при нагріванні котунів у КВМ параметри зовнішнього теплообміну представляються у вигляді кусочно-постійних функцій за довжиною машини, тобто параметри ідентифікації конвективного теплообміну і променистого теплообміну можуть істотно змінюватися при переході від однієї зони до іншої. Тому значення цих параметрів слід визначати для кожної ділянки, в межах якого значення параметри ідентифікації конвективного теплообміну і променистого теплообміну можна вважати постійними. При вирішенні задач ідентифікації параметрів зовнішнього теплообміну КВМ доцільно використовувати не вихідну диференціальну модель об'єкта, а безпосередньо її кінцеве-різницеви аналог. Це обумовлено нелінійністю рівнянь, що описують властивості об'єкта, складністю, а в ряді випадків і неможливістю їх аналітичного рішення. Мінімізація критерію ідентифікації може здійснюватися одним із чисельних методів, наприклад, методом спірального координатного спуску.

### Список літератури

1. Математическое моделирование металлургических процессов в АСУ ТП / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, Л.Ю. Гилева, А.В. Краснобаев, В.С. Швыдкий, О.П. Онорин, К.А. Щипанов, А.А. Бурькин; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2014. – 558

І.А. КОТОВ, канд. техн. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОБУДОВИ ПРОФЕСІЙНОГО ТЕЗАУРУСА АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Аварійні ситуації на промислових об'єктах вимагають ліквідації в найкоротші терміни. При цьому, особлива відповідальність лежить в сфері прийняття управлінських рішень в позаштатних ситуаціях. Для підвищення ефективності прийняття рішень в аварійних ситуаціях необхідно впровадження систем підтримки прийняття управлінських рішень - СППР.

Багато форм подання знань в СППР спирається на професійний тезаурус, який реалізується в апараті семантичних мереж. Основна ідея даного підходу полягає в дослідженні проблемної області, як сукупності деяких об'єктів (сутностей) і зв'язків (відносин) між ними [1]. До теперішнього часу накопичений великий теоретичний матеріал, присвячений поданню і використанню знань у системах підтримки процесу керування. Є багато програмних рішень, що відрізняються, одночасно, глибиною пророблення матеріалу і потужністю практичної реалізації [1-3].

Був проведений детальний, селективний аналіз найбільш поширених форм представлення знань. За результатами аналізу проведений відбір найбільш підходящих структурно-логічних моделей для побудови інкорпорації онтологій: атомарні висловлювання; факти; семантичні мережі; продукційні мережі; мета-знання (метаонтології). Для опису структури аварійних ситуацій промислових об'єктів найбільш підходять бази знань на фактах. Фундаментальною основою бази знань є професійний тезаурус.

Під фактами, як формами представлення знань, в різних наукових і практичних роботах з штучного інтелекту маються на увазі структурні формальні подання [4]. Факти, як форми організації інформації, характерні для баз даних і мережових моделей. Факти можуть розглядатися в якості декларативного компонента бази знань, на відміну від процедурного компонента - евристик. Прикладами фактів можуть бути такі вирази: «Міжфазне замикання обмоток трансформатора», «Трансформатор» - «характер аварії» - «міжфазне замикання обмоток», «характер аварії (трансформатор, міжфазне замикання обмоток)».

Для визначення множини функцій інтерпретації фактів будемо припускати, що частина фактів може використовуватися для інтерпретації інших фактів поточного шару. В цьому випадку факти можна розділити на ситуаційні групи - класи - підмножина інтерпретованих фактів (з індексом 1) і підмножина фактів, що інтерпретують (з індексом 2).

На основі розроблених теоретико-множинних моделей отримана формальна модель уніфікованої онтології фактів для рівня ієрархії професійних онтологій типу «активний тезаурус». Факти відносяться до декларативних семантичних форм подання професійних знань, тому з їх допомогою описують структурні компоненти задачі. Розроблені математичні моделі інваріантні по відношенню до предметних напрямків. У якості прикладу професійної сфери вибрано опис структури і властивостей електротехнічного обладнання. Була введена множина висловлювань, які умовно відносяться до одного контексту. На базі висловлювань побудована множина фактів предметної області наступного виду  $fI = (s1, s2, s3, I)$ . Тоді може існувати функція інтерпретації, наприклад,  $-f_1: Op(\{(f_2, I), (f_3, I), (f_4, I)\}) \rightarrow (f_1, I)$ .

Таким чином, теоретично обґрунтована і практично побудована структурно-лінгвістична модель уніфікованої професійної онтології елементарних фактів згідно з прийнятою концепцією організації професійного тезауруса. Застосований математичний апарат є інваріантним по відношенню до професійних галузей і дозволяє одноманітно будувати бази знань.

### Список літератури

1. Уэно Х., Исидзука М. Представление и использование знаний: Пер. с япон./ Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука.— М.: Мир, 1989. — 220 с.
2. Любарский Ю. Я. Интеллектуальные информационные системы— М.: Наука. 1990.— 232 с.
3. Любарский Ю. Я. Представление знаний об объекте управления в диспетчерских информационных системах// Программирование — 1978— № 1— С. 41—50
4. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта: Пер. с франц.— М.: Мир — 1991 — 568 с.

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доцент  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК "ЧЕРНЫМ ЯЩИКОМ" С БИФУРКАЦИОННОЙ ТОЧКОЙ

Разрушение (дезинтеграция) твердых материалов, как объект автоматизации, представляет собой достаточно сложный процесс, который характеризуется нелинейностью, не стационарностью характеристик, стохастичностью внешних воздействий, задержками в цепи технологических обратных связей, векторными входами и выходами, многосвязностью. Такие объекты являются благодатным материалом для серьезного исследования.

В случае не стационарных, нелинейных процессов характеристики и параметры объекта управления могут существенно изменяться уже в процессе эксперимента. Методики, основанные на линеаризации объектов управления, требующие выполнения принципа суперпозиции, для таких случаев могут иметь лишь локальное применение в области "линейности" объекта управления. Кроме того, использование большого объема данных для получения модели часто становится бесполезным из-за эффекта "устаревания данных".

В последнее время большой интерес вызывают методы нелинейной динамики, открывающие новые точки зрения и возможности получения моделей объектов управления. В этом отношении следует отметить работу [1] и ряд работ этих авторов и их коллег, которые являются одними из первых работ в области исследования процессов разрушения горных пород с использованием методов нелинейной динамики. В этих работах дан обстоятельный обзор и анализ различных методов параметрической идентификации процессов разрушения горных пород. Там же затрагивается явление бифуркации в точке максимума производительности дезинтеграционного аппарата. Эта особенность заслуживает особого рассмотрения, так как является причиной снижения производительности, неустойчивости и даже аварийных ситуаций.

Что касается процессов разрушения горных пород, внешние возмущения, например износ разгрузочной щели, футеровки, влияние загрузки шаров, стержней, изменении свойств рудного материала и др. практически не поддаются непрерывному измерению. Описать всё это аналитически не представляется возможным даже, если в идеальном случае, нам известны точные физические законы разрушения пород. Таким образом, эти процессы вряд ли можно рассматривать более рационально, чем как процессы типа "черного ящика". Однако, возникает вопрос: возможен ли учет факторов, которые не поддаются непосредственному измерению. В принципе это возможно, так как эти факторы, безусловно, отражаются в компонентах вектора выхода.

Есть еще одна важная проблема: какую модель (глобальную или локальную) надо строить. Рациональной представляется идея дуального управления А.А. Фельдбаума, предполагающая идентификацию объекта управления и вычисление управления совместить на каждом интервале дискретности. А в этом случае нет смысла прилагать усилия для создания глобальной модели. Локальная модель может быть очень простой. К тому же, интерес представляет вектор управления на каждом интервале дискретности, но вряд ли параметры модели в явном виде. Отсюда можно сделать вывод: рациональной и адекватной может быть локальная, непараметрическая, дуальная модель "черного ящика". В работе [2], а также в последующих работах автора предложены простые нелинейные, локальные, дуальные регуляторы, в которых органически объединены процесс идентификации и управления. Эти регуляторы были испытаны как на численных моделях (в том числе неустойчивого перевернутого маятника), так и на физическом макете печи, а также на базах реальной эксплуатации [2].

### *Список литературы*

1. Герасина А.В. Структурно-параметрическая идентификация процессов дробления и измельчения руд: монография / А.В. Герасина, В.И. Корниенко. –Д.: Национальный горный университет, 2013. – С.15-31.
2. Zhosan, A., Lipanchikov, S. 2015, Metallurgical and Mining Industry. Numerical modeling of disintegration process dual control. [https://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI\\_2015\\_3/011%20Zhosan.pdf](https://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/011%20Zhosan.pdf).

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК "ЧЕРНЫМ ЯЩИКОМ"

Процессы дезинтеграции твердых материалов достаточно широко распространены и занимают важное место в экономике крупных регионов различных стран. Управление этими процессами до сих пор представляет собой сложную задачу по следующим причинам:

процессы являются нелинейными и нестационарными, что строго говоря, не позволяет для построения их моделей использование линейных дифференциальных и разностных уравнений, корреляционного анализа и всего статистического анализа как линейного;

применение линейной теории синтеза законов управления к таким объектам не эффективно, несмотря на большое количество таких попыток;

нейротехнологии приводят к сложным системам регулирования, значительным затратам вычислительного времени и обучающих последовательностей, содержащих устаревшие данные об объекте, особенно это касается нестационарных систем, рассматриваемых в данном случае;

кажется очевидным, что попытки построения глобальных моделей (параметрических, непараметрических, нейромоделей и т. п.) к нелинейным нестационарным процессам практически не применимы, хотя эти попытки не ослабевают;

построение адекватных глобальных моделей, даже стационарных линейных объектов, требует точного знания физических и математических законов их функционирования, что в случае нелинейных, нестационарных объектов принципиально практически невозможно.

Приходим к следующим выводам: линейная стационарная парадигма для синтеза регуляторов нестационарных процессов, если и применима, то требует обоснования; проблема выбора конкретной формы модели из-за отсутствия точных знаний об объекте приводит к выводу, что объект представляет собой "черный ящик"; глобальная модель нестационарного, нелинейного объекта, проблематична, так как уже в процессе получения данных для ее модели характеристики процесса меняются; глобальная модель не всегда нужна, так как зачастую в системах слежения или стабилизации управление должно быть рассчитано на ближайший интервал дискретности или ограниченный горизонт прогноза (проблему оптимизации пока не рассматриваем); на первое место следует поставить идеи дуального управления, дополнив их методами синтеза непараметрических регуляторов.

Ряд перечисленных проблем рассмотрены в работах [1], [2]. Особенно следует обратить внимание на работу [1], в которой впервые достаточно широко применены достижения нелинейной теории к процессам дезинтеграции. В работе [2] процесс дезинтеграции рассматривается как "черный ящик" и дана этому положительная характеристика.

Автором данной публикации предложены методы синтеза непараметрических дуальных, нелинейных регуляторов (из-за ограниченного объема тезисов не приведены), для объектов как линейных так и нелинейных (в том числе в неустойчивых режимах). В качестве объектов для испытания таких регуляторов были выбраны "черные ящики" в виде численной модели обратного маятника, физического макета печи и реальных данных производственных процессов.

Во всех случаях получены положительные результаты.

### *Список литературы*

1. Герасина А.В. Структурно-параметрическая идентификация процессов дробления и измельчения руд: монография / А.В. Герасина, В.И. Корниенко. –Д.: Национальный горный университет, 2013. – 101 с. <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/3495/CD243.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Optimizing the control system of cement milling: process modeling and controller tuning based on loop shaping procedures and process simulation S D. C. Tsamatsoulis Halyps Building Materials S.A., Italcementi Group, Phone: 0030 210 5518310, 17th Klm Nat. Rd. Athens – Korinth, 19300, Aspropyrgos, Greece. E-mail: d.tsamatsoulis@halyps.gr (Submitted: December 9, 2012 ; Revised: May 6, 2013 ; Accepted: June 2, 2013).<http://www.scielo.br/pdf/bjce/v31n1/15.pdf>.

Л.І. ЄФІМЕНКО, М.П. ТИХАНСЬКИЙ канд. техн. наук, доценти, А.М. ТИХАНСЬКА, асистент ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ WONDERWARE ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ КОНВЕЄРНИХ ЛІНІЙ**

Стрічкові конвеєри відносяться до найбільш ефективних засобів безперервного транспорту, експлуатуються переважно в галузях, пов'язаних з видобутком, переробкою й споживанням корисних копалин, а також у металургійній та деяких інших виробництвах.

Незважаючи на різне призначення конвеєрних ліній до систем автоматичного керування їх роботою пред'являються загально відомі вимоги.

Системи автоматичного управління конвеєрними лініями повинні забезпечувати: можливість керування конвеєрами в конвеєрній лінії з центрального пульта управління, з пункту завантаження конвеєрів або в режимі місцевого управління кожним з конвеєрів. По-друге, послідовний пуск конвеєрів в зворотному напрямку транспортування вантажу, а також автоматичну подачу попереджувального звукового і світлового сигналу перед запуском конвеєрної лінії; включення кожного наступного конвеєра в лінії після встановлення робочої швидкості тягового органу попереднього конвеєра; оперативне відключення конвеєрів, екстрене відключення, автоматичне відключення всіх конвеєрів, що транспортують вантаж на зупинений конвеєр та інші.

Використання існуючих систем в зв'язку з моральним і технічним відставанням не дозволяє прискорити технологічний процес транспортування гірської маси при зростанні обсягів видобутку і забезпечити необхідний рівень безпеки. У зв'язку з цим, потрібно нове, інноваційне рішення, яке дозволить домогтися поліпшення техніко-економічних показників експлуатації конвеєрних ліній, а також забезпечило б автоматизовану комплексну обробку інформації про хід процесу перевезення і забезпечило б результатами обробки цієї інформації користувачів системи в зручній для них формі.

З'явився широкий спектр нових програмних продуктів, які дозволяють поліпшити управління операціями на технологічних та інфраструктурних підприємствах, а також на підприємствах змішаного типу. Об'єднання продуктів Avantis, Wonderware, SimSci і інших програмних рішень компанії Invensys з існуючим портфелем програмних продуктів Schneider Electric дозволяє новим системам швидше виходити на ринок і забезпечувати збільшення ефективності [1].

Системи оперативного управління виробництвом і технологічна платформа Wonderware, а також екосистема партнерів Wonderware допомагають високопродуктивним організаціям досягти максимальних робочих характеристик і ефективності в ключових галузях виробництва, тому удосконалення та впровадження MES-систем є актуальною задачею.

Інтегровані програмні продукти Wonderware і можливості партнерських компаній нашої екосистеми дозволили надати широкий спектр рішень для різних галузей промисловості. Від систем диспетчерського контролю та керування до комплексних систем оперативного управління - Wonderware пропонує технічні рішення для різних виробничих процесів, включаючи транспортування гірської маси конвеєрними лініями.

Завдяки системній платформі Wonderware, побудованої на технології ArchestrA і програмним рішенням Operations & Performance - клієнти Wonderware, пов'язані з автоматизацією промислового виробництва, отримали можливості для збільшення продуктивності, рентабельності виробництва та ефективності функціонування підприємства в цілому. Від функцій збору даних, складання звітів і візуалізації процесів до передових систем управління процесами транспортування, прикладними процесами та оперативного управління виробництвом - програмні рішення Wonderware дозволили задовольнити найвищі вимоги додатків та технологій промислової автоматизації.

### *Список літератури*

1. Развитие систем автоматизации от SCADA к MES на базе современных технологий от Invensys Wonderware [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.rem-mag.ru/admin/upload\\_data/rem-mag/07-5/Klinkmann.pdf](http://www.rem-mag.ru/admin/upload_data/rem-mag/07-5/Klinkmann.pdf).

## МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ІОТ ДЛЯ СИМУЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Концепція обчислювальної мережі фізичних предметів, оснащених вбудованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем, – це принципово новий напрямок, тому що при моделюванні такої системи ми стикаємося з проблемою комбінаційної складності розроблюваних систем. Це відбувається тому, що основною складовою ІоТ (Internet of Things) є сенсори і датчики. Сенсор (датчик) – це пристрій для перетворення деякої фізичної величини в електричний сигнал.

Будуть представлені способи моделювання складних непередбачуваних ІоТ систем, зокрема моделювання сенсорів, *виявлення недоліків і переваг кожного методу*. На основі цих даних сформується рішення, яке за можливістю буде інтегрувати переваги кожного варіанта і усувати негативні сторони.

Програмний спосіб. Розроблюється програма, яка може бути зовнішньою щодо симулятора системи або бути його розширенням. Ця програма є симулятором сенсорів і датчиків. На вхід вона може отримувати або дані з симулятора системи, або статичні набори даних, які були якимось чином отримані з реальних сенсорів і датчиків.

Низькорівневе рішення. «Класичний» гібрид. Частина функціональності продукту знаходиться в симуляторі, інша частина реалізована не в симуляторі. При цьому модель симулятор-симулятор теж може бути гібридною, якщо для інтеграції двох симуляторів потрібні додаткові прошарки, що забезпечують сумісність інтерфейсів.

Зазвичай гібридні рішення використовуються в якості компромісу між шириною тестового покриття і швидкістю симуляції. Ту частину, яку хочуть ретельно протестувати, поміщають, наприклад, на ПЛІС (Програмована логічна інтегральна схема), все інше залишають в симуляторі. Щоб забезпечити з'єднання між симулятором (програмний продукт) і платою (апаратний засіб), потрібен перетворювач інтерфейсів між ними.

Напівгібридне рішення на сокетах. Таке рішення називається напівгібридним, тому що симулятор працює з апаратурою не безпосередньо через перетворювачі інтерфейсів, а через спеціальний програмний прошарок та програмні засоби. Одним з таких засобів є сокети. На стороні симулятора з'являється спеціальна частина, яка створює з'єднання, перетворює одержувані і відправлені дані. Така ж частина потрібна і на стороні користувача [1].

Тобто основна перевага перед гібридним способом в скороченні часу інтеграції з боку розробників симулятора. Підтримка сокетів може бути реалізована один раз, а далі використана повторно при необхідності. При цьому залишаються складності з інтеграцією для користувача. Такий підхід не зменшує труднощів при використанні великої кількості сенсорів з різними інтерфейсами. Для симуляції сенсорів при моделюванні ІоТ систем механізмів багато, але всі вони містять ряд критичних недоліків. Для різних сценаріїв застосування зручно користуватися тільки одним з них, що змушує розробників симулятора підтримувати відразу кілька варіантів.

Тому, максимальне тестове покриття не може бути забезпечено програмними засобами. Отже, не обійтися без реальних сенсорів. При цьому потребується зменшити час інтеграції частин гібрида. Тобто потрібно зменшити кількість програмних прошарків між симулятором і сенсором. У ідеальному випадку треба отримати модель, при якій користувач може без попередньої підготовки підключити сенсори до симулятора. Існує чотири інтерфейси для роботи з сенсорами, тому для уніфікації рішення передбачається розробити підхід, який підтримував би їх усіх.

Підсумовуючи, треба знайти комбіноване рішення, що підтримує I2C, SPI, GPIO, UART інтерфейси, для інтеграції з програмним симулятором і апаратною частиною [2].

### Список літератури

1. М.А. Шимченко. Методи моделювання ІоТ систем. Московський фізико-технічний інститут (державний університет) ЗАО «Інтел А/О»
2. Wind River Systemc, Inc. Wind River overcomes “Matrix of pain” in IOT challenges with Simics virtual testing environment» - 05/2016.



**ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРИЙНЯТТІ  
УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ**

Одна з важливих особливостей автоматизації управління — принципова неможливість проведення реальних експериментів до завершення проекту. Можливим виходом є використання *імітаційних моделей*. Сутність методу *імітаційного моделювання* полягає в побудові так званої імітаційної моделі досліджуваного об'єкта і цілеспрямованому експериментуванню з такою моделлю для отримання відповідей на поставлені питання. Інший аспект — використання імітаційних моделей в процесі експлуатації інформаційних технологій управління для прийняття рішень. Такі моделі створюються в процесі проектування для можливості їх безперервної модернізації у відповідності з мінливими умовами роботи. Дані моделі можуть бути використані для навчання персоналу перед впровадженням оновлених технологій в експлуатацію.

Імітаційне моделювання — це метод дослідження, що полягає в імітації на ЕОМ процесів функціонування технології або окремих її частин і елементів. Сутність методу імітаційного моделювання полягає в розробці алгоритмів і програм, що імітують поведінку системи, її властивості і характеристики в необхідному для дослідження складі, обсязі та області зміни параметрів.

Можливості методу досить широкі, він дозволяє при необхідності досліджувати системи будь-якої складності і призначення з будь-яким ступенем деталізації. Обмеженнями є лише потужність використовуваної ЕОМ і трудомісткість підготовки комплексу програм. Методи імітаційного моделювання розвиваються здебільшого в напрямку дослідження ступеня подібності імітаційних моделей реальним системам і розробки типових методів і прийомів створення імітаційних моделей.

Розрізняють два підкласи систем, орієнтованих на системне і логічне моделювання. До підкласу системного моделювання відносять системи з добре розвиненими алгоритмічними засобами, широким набором засобів опису паралельно виконуваних дій, часових послідовностей виконання процесів, а також з можливостями збору та обробки статистичного матеріалу. До підкласу логічного моделювання відносять системи, що дозволяють в зручній і стислій формі відображати логічні та топологічні особливості модельованих об'єктів, що володіють засобами роботи з частинами слів, перетворення форматів, запису мікропрограм.

Вид моделі виробничого процесу залежить значною мірою від того, чи є вона дискретною або неперервною. У дискретних моделях змінні змінюються дискретно в певні моменти часу. Час може прийматися як безперервним, так і дискретним, залежно від того, чи можуть відбуватися дискретні зміни змінних в будь-який момент імітаційного часу або тільки в певні моменти. В неперервних моделях змінні процеси є безперервними, а час може бути як безперервним, так і дискретним залежно від того, чи є безперервні змінні доступними в будь-який момент імітаційного часу або тільки в певні моменти. В обох випадках у моделі передбачається блок визначення часу, який імітує просування модельного часу, зазвичай прискореного щодо реального. Для імітації складних виробничих систем необхідно створення логіко-математичної моделі досліджуваної системи, що дозволяє проведення експериментів на ЕОМ. Модель реалізують у вигляді комплексу програм, написаних на одній з мов програмування або на спеціальній мові моделювання. З розвитком імітаційного моделювання з'явилися системи і мови, що поєднують можливості імітації як неперервних, так і дискретних систем, що дозволяє моделювати складні системи типу підприємств. Основним призначенням моделей підприємств є їх дослідження з метою вдосконалення системи управління або навчання і підвищення кваліфікації управлінського персоналу. При цьому моделюється не саме виробництво, а відображення виробничого процесу в системі управління. Найважливішими умовами ефективного використання моделей є перевірка їх адекватності і вірогідності вихідних даних.

К.В. ЛОБОВА, студентка  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАЛІЗОРУДНИХ КОТУНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Процес виготовлення залізорудних котунів належної якості вимагає дотримання усіх технологічних норм термічної обробки у конвеєрній випалювальній машині (КВМ), що уявляє собою потужний тепловий агрегат, який має газоповітряні камери, що слугують для прососу і продувки газів і повітря через шар котунів у технологічних зонах сушки, підігріву, випалу, рекуперації та охолодження. Термічна обробка котунів на КВМ полягає у поступовому їх нагріванні до заданої температури завдяки розташуванню пальників над робочим простором випалювальних візків. У пальників зон підігріву та випалу встановлені пристрої, що спалюють природний газ, тому температура у робочому просторі цих зон збільшується від 500 до 1300 °С. Завдяки складній газоповітряній системі відбувається рециркуляція технологічних газів за зонами КВМ, що дозволяє максимально використовувати використане тепло. Створення новітніх та ефективних методів керування процесом термічної обробки залізорудних котунів дасть змогу раціонально використовувати енергоносії, тому тема є актуальною науковою і практичною задачею.

На сьогодні проводяться наукові дослідження в області створення ефективних методів керування термічним процесом котунів [1, 2]. За розглянутими результатами досліджень, визначені шляхи зміни швидкості переміщення випалювальних візків, висоти шару котунів та продуктивності КВМ у функції продуктивності сирих котунів на збірному конвеєрі та розроблена математична модель системи автоматичного регулювання швидкості випалювальних візків конвеєрної машини з використанням Simulink пакету. Тому для дослідження процесу термічної обробки залізорудних котунів на КВМ запропоновано використання технології віртуальних приладів, що забезпечить візуалізацію та керування технологічним процесом випалювання котунів. Даний спосіб дозволить визначити основні залежності таких параметрів, як температура у технологічній зоні, витрати газу, фізико-хімічні властивості, тощо та визначити оптимальний режим термічної обробки котунів на КВМ.

Створена віртуальна модель КВМ у графічному середовищі програмування LabVIEW, за допомогою якої наочно представлений технологічний процес виготовлення котунів. Обрана платформа дозволяє імітувати системи автоматизації різної складності. Віртуальний прилад складається з фронтальної панелі та блок-діаграми, алгоритму роботи агрегату. На фронтальній панелі розміщено задатчик фізико-хімічних властивостей сирих залізорудних котунів, що надходять до КВМ, та безпосередньо спрощена модель КВМ, на якій наочно представлено рух випалювального візка з котунами вздовж її технологічних зон. Блок-діаграма моделі містить вузли розрахунку необхідної температури у залежності від фізико-хімічних властивостей котунів. За результатами проведеного дослідження процесу термічної обробки залізорудних котунів на КВМ з різним їх хімічним складом з використанням технології віртуальних приладів встановлено, що втрата вологи котунів складає 99 % та відбувається процес окислення, що спричиняє зміну маси котунів.

Запропонований віртуальний прилад для дослідження процесу виготовлення котунів дозволяє обрати оптимальний режим термічної обробки у залежності від хімічного складу котунів, що дозволить підвищити продуктивність КВМ. Планується проведення подальших досліджень та впровадження розробленого віртуального приладу у автоматизовану систему керування КВМ.

### Список літератури

1. М. Nazarenko, N. Nazarenko, V. Lobov, L. Yefimenko, M. Tykhanskyi, K. Lobova, R. Gayduk. A study of speed effect of moving sintering trolleys on the productivity of the conveyor machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, No. 4, pp. 42-51, 2017.
2. Лобов В.Й., Лобова К.В. Моделювання системи автоматичного регулювання швидкістю випалювальних візків конвеєрних машин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2, С 160-171.

О.Г. РИБАЛЬЧЕНКО, Н.Н. ШАПОВАЛОВА, ст. викладачі, С.В. БІЛІШЕНКО, асистент ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## БАГАТОПОТОКОВІ ОБЧИСЛЕННЯ В ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛУ ЯКОСТІ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЇ ВІДПАЛУ

На протязі останнього десятиріччя спостерігається невпинне підвищення інтересу до машинного навчання (МН) та аналізу даних як у фундаментальній науці, так і в прикладних дослідженнях. Це є результатом того, що стали доступними великі обчислювальні потужності та помітно збільшилися обсяги та складність накопичених даних. Ця галузь інформаційних технологій потребує визначення найбільш придатних, гнучких алгоритмів, що за умов впливу зовнішніх параметрів не вимагатимуть перегляду або заміни всієї моделі.

Як відомо, завдання оптимізації функціоналу якості моделей машинного навчання приводять до пошуку екстремумів цільової функції (ЦФ) різними методами. Наявність різноманітних обмежень на параметри, що оптимізуються, та багатоекстремальність ЦФ, як правило, ведуть до залучення великих обчислювальних потужностей і, відповідно, до неможливості знаходження рішення за прийнятний час при використанні одного комп'ютера.

В ході проведених досліджень методів оптимізації функціоналу якості моделей машинного навчання, було визначено, що обчислювальна складність стохастичних методів імітації відпалу та генетичного алгоритму різко зростає із збільшенням обсягу навчальної вибірки. Наслідком цього стає незадовільний час роботи цих алгоритмів для оптимізаційних функцій. Для оптимізації гладких функцій у задачах навчання за прецедентами градієнтний метод і метод Нелдера-Міда демонструють хороші результати – незалежно від обсягу вибірки, їх швидкість є прийнятною. Але градієнтні методи не використовуються для оптимізації негладких функцій, оскільки такі функції є недиференційованими [1]. Тому задача поліпшення часу пошуку рішення для методу імітації відпалу є актуальною.

Дана проблема може бути вирішена застосуванням сучасних паралельних і розподілених обчислювальних систем у поєднанні з використанням ефективних розпаралелених алгоритмів оптимізації [2].

Пошук глобального мінімуму функції  $f(x) = f(x_1, \dots, x_n) \rightarrow \min, x \in \Omega, \Omega \subset R^n$ , за наявності очевидних обмежень на варійовані параметри може бути здійснений методом імітації відпалу, запропонованим С. Кіркпатриком [3].

Цей метод являє собою алгоритмічний аналог фізичного процесу керованого охолодження і використовує впорядкований випадковий пошук нових станів системи з більш низькою температурою. В процесі повільного керованого охолодження розплавленого матеріалу, так званого відпалу, кристалізація розплаву супроводжується глобальним зменшенням його енергії  $E$ , проте допускаються ситуації, в яких вона може на деякий час зростати. Завдяки допустимості короточасного підвищення енергетичного рівня, стає можливим вихід з пасток локальних мінімумів енергії, які виникають при реалізації процесу. Тільки зниження температури  $T$  до абсолютного нуля унеможливує будь-яке самостійне підвищення енергетичного рівня розплаву

Доповідь присвячено обґрунтуванню доцільності використання паралельного алгоритму оптимізації методом імітації відпалу за схемою больцманівського гасіння для вирішення завдань пошуку глобального мінімуму багатовимірної ЦФ регресійної моделі задачі машинного навчання за критеріями середньоквадратичного відхилення.

### Список літератури

1. Лопатин А.С. Метод отжига // Стохастическая оптимизация в информатике // СПб.: Изд-во СПбГУ – 2005, Вып. 1. - сс. 133–149.
2. Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2-е издание / пер. с англ. Слинкин А. А. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 302 с.
3. Kirkpatrick S., Gelatt C. D., Vecchi M. P. Optimization by simulated annealing // Science. - 1983. - Vol. 220. pp. 671–680.

Н.Н. ШАПОВАЛОВА, І.О. ДОЦЕНКО, ст. викладачі, А.М. ШПИЛЬКА, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **АВТОМАТИЧНА РУБРИКАЦІЯ ТЕКСТІВ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ МЕТОДОМ ЛАТЕНТНО-СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ**

Класифікація або рубрикація інформації є традиційним завданням організації знань і обміну інформацією. Під класифікацією розуміють виокремлення інформації і віднесення її до певної категорії (категорій). Велика кількість категорій та документів в системі електронного документообігу (СЕД) потребують розвитку автоматичних методів рубрикації по заданих тематичних рубриках. Актуальною є задача захисту інформації в СЕД та розподілення доступу до неї. Зокрема, в СЕД вищих навчальних закладів вирішення такої задачі має забезпечити доступ певного робітника до необхідної інформації в рамках його повноважень.

Більшість методів автоматичної рубрикації документів базується на використанні просторово-векторної моделі опису документів (Vector Space Model) – класичної моделі класифікації документів. В ній документ описується вектором, в якому кожному використовуваному слову (терму) ставиться у відповідність його значимість (вага) в контексті документа. Вага слова ґрунтується на статистичних підрахунках знаходження термів в рамках цього і, можливо, інших документах. Опис тематики також представляється векторами, для оцінки відповідності документа і тематики використовується скалярний добуток векторів опису тематики і вектора документа (косинусна міра близькості).

В останні роки в рамках рішення задач організації доступу до інформації, в тому числі в області автоматичної рубрикації документів, все частіше використовуються методи, що дозволяють найбільш точно вирішувати завдання такого типу [1].

Традиційно вважається, що невідповідність результатів автоматичної класифікації очікуваним критеріям відповідності документів рубрикам, викликана недосконалістю самих методів автоматичної класифікації. Наведене припущення є основною причиною для пошуку більш досконалих моделей представлення тексту і методів автоматичної класифікації. Однак визначення основної тематики тексту і вибір ґрунтовних рубрик є складним завданням і для людини. Важкість ручної рубрикації і неоднозначність вибору рубрик є проблемою, яка породжує багато проблем автоматичного рубрицювання.

Існуючі методи можна розділити на два принципово різних класи: методи машинного навчання і методи, засновані на знаннях [2].

При застосуванні методів машинного навчання для побудови класифікатора використовується набір документів, зі заздалегідь проставленими мітками приналежності до певного класу. Алгоритм машинного навчання будує модель класифікації документів на основі автоматичного аналізу «навчального» набору відрубрицьованих текстів.

При використанні методів, заснованих на знаннях, правила віднесення документа до тієї чи іншої рубрики задаються експертами на основі аналізу рубрикатора і, можливо, частини текстів, які підлягають рубрицюванню [3].

Доповідь присвячено обґрунтуванню доцільності практичного застосування метода ЛСА в системі електронного документообігу у вищих навчальних закладах; демонстрації того, що метод є найкращим для виявлення латентних залежностей у множині документів, при чому проблема багатозначності слів і омонімія частково вирішується вже на етапі побудови частотної матриці індексованих слів.

#### *Список літератури*

1. Thomas Landauer, Peter W. Foltz, & Darrell Laham (1998). «Introduction to Latent Semantic Analysis» (PDF). *Discourse Processes* 25: 259–284. DOI:10.1080/01638539809545028.
2. Thomas Landauer, Dumais S.T. A solution to Plato's problem: The Latent Semantic Analysis theory of the acquisition, induction, and representation of knowledge // *Psychological Review*. 1997. 104. – P.211-240.
3. Scott Deerwester, Susan T. Dumais, George W. Furnas, Thomas K. Landauer, Richard Harshman (1990). «Indexing by Latent Semantic Analysis» (PDF). *Journal of the American Society for Information Science* 41 (6): 391–407. DOI:10.1002/(SICI)1097-4571(199009)41:6<391::AID-ASII>3.0.CO;2-9.

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛУ ЯКОСТІ  
МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ**

Машинне навчання (МН) займає все більше місце в нашому житті з огляду на величезний спектр його застосування. Згідно недавнього звіту дослідницької компанії Gartner, яка регулярно оновлює свій «цикл зрілості технологій», на сьогоднішній день з усіх інформаційних технологій на піку очікувань знаходиться саме МН [1].

З кожним днем сфера застосування МН розширюється. Повсюдна інформатизація призводить до накопичення величезних обсягів даних у науці, виробництві, бізнесі, транспорті, охороні здоров'я. Дані стають одним з найцінніших ресурсів сьогодення. Оперуючи достатньо великими обсягами систематизованої інформації і значними обчислювальними потужностями, люди навчилися виявляти закономірності, приховану структуру даних, що дозволило робити достовірні прогнози в багатьох сферах людської діяльності. Виникаючі при цьому задачі прогнозування, управління та прийняття рішень часто зводяться до навчання за прецедентами.

Проблема визначення найбільш придатних, гнучких алгоритмів МН, що за умов впливу зовнішніх параметрів не вимагатимуть перегляду або заміни всієї моделі, стає дедалі актуальнішою, а вибір методів оптимізації функціоналу якості вимагає ґрунтованого підходу.

Найбільш поширений тип задач МН – це задачі навчання з учителем [2]. Кожен прецедент являє собою пару «об'єкт – відповідь». Потрібно знайти функціональну залежність відповідей від описів об'єктів і побудувати алгоритм, який бере на вході опис об'єкта і видає на виході відповідь. До цього типу належать, зокрема, задачі класифікації і регресії.

В задачі класифікації безліч допустимих відповідей визначено. Їх називають мітками класів. Клас – це безліч всіх об'єктів із даним значенням мітки. Задача регресії відрізняється тим, що допустимою відповіддю є дійсне число або числовий вектор.

Для вирішення задачі навчання за прецедентами в першу чергу фіксується модель відновлюваної залежності. Потім вводиться функціонал якості, значення якого показує, наскільки адекватно модель описує спостережувані дані. Функціонал якості зазвичай визначається як середня помилка відповідей, виданих алгоритмом, за всіма об'єктами вибірки. Алгоритм навчання шукає такий набір параметрів моделі, при якому функціонал якості на заданій навчальній вибірці приймає оптимальне значення.

Процес настройки моделі за вибіркою даних у більшості випадків зводиться до застосування методів оптимізації. Методи математичного програмування дають велику різноманітність алгоритмів розв'язання даного завдання.

В машинному навчанні традиційно використовують градієнтні методи, але за умови, що функція помилки моделі гладка і диференційована. Окрім того, існують певні недоліки цієї групи методів. Існуючі способи усунення недоліків призводять або до збільшення кількості ітерацій, або до введення в модель гіперпараметрів, підбір яких породжує нову оптимізаційну задачу [2].

Доповідь присвячено порівняльному аналізу чотирьох видів оптимізаційних методів: метод Нелдера-Міда, градієнтного спуску, генетичний алгоритм і алгоритм імітації відпалу в залежності від виду оптимізаційної функції, розміру і ступеню збалансованості вибірки, умов збіжності тощо; обґрунтуванню доцільності використання кожного з розглянутих варіантів із урахуванням вищезазначених умов.

*Список літератури*

1. Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies Three Key Trends That Organizations Must Track to Gain Competitive Advantage [Електронний ресурс] // Cycle for Emerging Technologies. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3412017>.
2. Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2-е издание / пер. с англ. Слинкин А. А. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 302 с.

## **ПЕРЕВАГИ КОМПАС-3D ДЛЯ МАШИНОБУДУВАННЯ СЕРЕД ІНШИХ САД-СИСТЕМ**

При проектуванні виробу основним завданням є побудова його геометричної моделі. Для цього використовують наступні технології: проектування тривимірної моделі виробу на основі документації; використання даних поданих у різних САД-системах; розробка деталі на основі створеного прототипу з використанням координатно-вимірального обладнання.

Система Компас-3D має ряд переваг для такого проектування: простий та зрозумілий інтерфейс; підтримка ГОСТ та ЄСКД при проектуванні та оформленні документації; великий вибір налаштувань для різних розділів проекту; гнучкий підхід до оснащення робочих місць, що дозволяє зекономити при покупці; можливість інтеграції з іншими системами автоматизованого проектування.

Основна задача Компас-3D – моделювання виробів з метою суттєвого зменшення періоду проектування та найшвидшого їх запуску у виробництво. Це виконується завдяки наступним можливостям: швидке формування конструкторської та технологічної документації, необхідної для випуску виробу (складальних креслень, специфікацій, деталювання тощо); передача геометрії виробу до розрахункових пакетів; передача геометрії до пакетів розробки програм, що керують обладнанням з ЧПУ; створення додаткових зображень виробу (наприклад для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації тощо).

Основні компоненти Компас-3D – система тримірного твердотілого моделювання, креслярсько-графічний редактор та модуль проектування специфікацій. Система тримірного твердотілого моделювання призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей та складальних одиниць, що складаються як з оригінальних, так і із стандартних деталей. Параметрична технологія дозволяє швидко отримати моделі типових виробів на основі прототипу.

Компас 3D забезпечує підтримку найбільш розповсюджених форматів 3D-моделей - STEP, ACIS, IGES, DWG, DXF. Це дозволяє ефективно обмінюватись даними з іншими організаціями та замовниками не залежно від того яку САД-систему вони використовують в роботі.

Можливості системи Компас-3D дозволяють проектувати машинобудівні вироби будь-якої складності у відповідності до найновіших методик проектування. У системі присутні інструменти для роботи за методом «зверху вниз» (методика спадного проектування) та за більш звичним методом «знизу вверх».

Компас 3D дозволяє створювати моделі деталей та вузлів за допомогою твердотілого моделювання, яке незамінне при проектуванні валів, втулок, кронштейнів та корпусів найрізноманітніших конфігурацій. Базові команди – видавлювання та обертання.

Для машинобудування характерною задачею є проектування та виготовлення виробів із листового металу. У Компас-3D присутні інструменти для проектування таких деталей, які дозволяють створювати найскладніші конструкції із листа з послідуною автоматичною їх розгорткою. При проектуванні листових деталей просто виконуються такі елементи як згини, підсічки, вирізи, елементи відкритої та закритої штамповки, жалюзі та буртики.

При проектуванні деталей із складною геометрією зручно використовувати поверхневе моделювання. Такі задачі зустрічаються при проектуванні корпусів приборів із пластика. Використання поверхневого моделювання дозволяє отримати деталі найрізноманітніших форм. Варіанти побудови складних поверхонь: видавлюванням, обертанням, кінематичною операцією, по перерізах, по точкам, по пласту точок, по сітці кривих.

Електронна модель спроектована у Компас-3D може містити у собі всю необхідну інформацію для наступних життєвих циклів виробу: властивості та найменування матеріалу, розміри з урахування допусків, технічні вимоги, шорсткість, допуски форми, позначення баз, позначення місць клеймування та маркування.

Більш того, документація на такий виріб також отримується автоматично. Специфікація формується по 3D-моделі складальної одиниці, а створення креслеників полягає у розташуванні на форматі креслення асоціативних видів з 3D-моделі.

## **ВИЩІЙ ОСВІТІ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ УПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У**

Головне завдання вищої освіти – якісна підготовка висококласного фахівця у відповідності до інноваційних технологій у професійній діяльності.

Для вирішення цього завдання галузь вищої освіти потребує якнайшвидшого впровадження нових інформаційно-комунікаційних технологій та покращення матеріально-технічної бази.

Об'єктами інновацій є найчастіше проблеми: як підвищити мотивацію навчально-виховної діяльності, як збільшити обсяг навчального матеріалу на занятті, як прискорити темпи навчання, як максимально плідно використовувати час тощо. Використання активних форм, більш продуктивних методів, нових технологій навчання і виховання є постійною сферою розробки інноваційних ідей. Інноваційними визнаємо лише ті ідеї, які ґрунтуються на нових знаннях про процеси людського розвитку і пропонують не використовувані раніше теоретичні підходи до вирішення педагогічних проблем, конкретно практичні технології отримання високих результатів.

Одним із реальних шляхів розв'язання означених проблем, а також підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців на рівні ВНЗ є розроблення науково обґрунтованих методичних систем навчання фахових дисциплін, які базуються на компетентністному підході, упровадженні у навчальний процес інноваційних педагогічних технологій, використання яких сприятиме інтенсифікації процесу навчання, активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, розкриттю їхнього творчого потенціалу, збільшенню ролі самостійної та індивідуальної роботи, формуванню і розвитку у них професійних компетентностей.

Навчання з використанням новітніх технологій сприяє активізації навчально-пізнавального процесу, формуванню глибокої внутрішньої мотивації, надає змогу інтелектуально та творчо розвиватися, виявляти ініціативу, удосконалювати комунікативні вміння студентів. Тому використання такого навчання є невід'ємною частиною процесу професійної підготовки бакалаврів та магістрів, зокрема за спеціальностями «Гірництво» та «Екологія».

Випускнику ВНЗ для того, щоб бути успішним і привабливим для роботодавця, потрібно засвоювати нові форми діяльності, вчитись вирішувати проблемні ситуації, використовувати у реальних умовах новітню інформацію, генерувати нові ідеї. Це означає, що студентів, особливо технічних ВНЗ, потрібно вчити мислити, формувати розумові дії. З цією метою складовою навчального плану повинні стати інноваційні технології, нові методи пізнання.

Світовий досвід підготовки фахівців у вищій школі за вищевказаними спеціальностями доводить, що найголовнішою навичкою, яку здобуває студент під час навчання, є вміння під професійним кутом зору сприймати будь-яку наочну, вербальну інформацію, самостійно осмислювати, приймати рішення, оцінюючи його можливі наслідки, визначати оптимальні шляхи реалізації цього рішення.

Впровадження інформаційно-комунікаційних методів навчання вимагає глибокого залучення студентів до навчального процесу.

Упровадження в навчальний процес у вищій школі нових інформаційно-комунікаційних технологій є об'єктивним процесом розвитку освіти. Однак вони не повинні використовуватися педагогами бездумно, оскільки жодну з технологій не можна вважати універсальною: кожна з них в різних ситуаціях дає різні результати, і це необхідно враховувати при їх виборі.

Ринок праці визначає потребу у кваліфікованих фахівцях з високим рівнем компетенції. Відповідно до цього необхідно удосконалювати і формувати новий зміст освіти, фактично, визначати алгоритм інноваційного стилю своєї діяльності. Вагомим чинником для якісного супроводу змісту вищої освіти є забезпечення навчально-комп'ютерними комплексами та відповідним програмним забезпеченням.

Один з головних показників рівня комп'ютеризації – це кількість студентів на один комп'ютер та ефективне застосування інформаційно-комунікативної бази у навчально-виробничому процесі, використання педагогічних програмних засобів (ППЗ).

**СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОРИСТУВАЦЬКИМ ІНТЕРФЕЙСОМ**

Трудомісткість проектування і розробки інтерфейсу досить велика. За оцінками фахівців в середньому вона становить більше половини часу реалізації проекту. Одним із шляхів зниження витрат на розробку і супровід програмних систем є наявність в інструментарії засобів, що дозволяють на високому рівні описати програмне застосування і далі за специфікацією автоматично згенерувати виконуваний код.

Високорівневі засоби розробки інтерфейсу можуть бути використані непрограмістами і забезпечені мовою, яка дозволяє уточнити функції введення-виведення, а також визначати, використовуючи техніку безпосереднього маніпулювання, інтерфейсні елементи. До таких засобів відносять системи управління призначеним для користувача інтерфейсом (СУПІ).

Спеціалізовані засоби для розробки інтерфейсу дозволяють спростити розробку користувацького інтерфейсу, пропонуючи розробнику уточнити компоненти користувацького інтерфейсу з використанням мов специфікацій. Можна виділити кілька основних способів специфікації інтерфейсу: мовний, коли застосовуються спеціальні мови для завдання синтаксису інтерфейсу; графічна специфікація пов'язана з визначенням інтерфейсу, як правило, засобами візуального програмування, програмуванням демонстрацій і за прикладами; специфікація інтерфейсу, заснована на об'єктно-орієнтованому підході, пов'язана з принципом, званім безпосереднє маніпулювання; специфікація інтерфейсу за специфікацією прикладної задачі. Тут інтерфейс створюється автоматично за специфікацією семантики прикладної задачі.

Основною концепцією СУПІ є відділення розробки призначеного для користувача інтерфейсу від решти програми. В даний час ідея роздільного проектування інтерфейсу і застосування або закріплена у визначенні СУПІ або є основною його властивістю. Функціями СУПІ є сприяння і полегшення розробки та супроводу призначеного для користувача інтерфейсу, а також управління взаємодією між користувачем і прикладною програмою.

В даний час існує велика кількість інструментальних засобів для розробки інтерфейсу, що підтримують різні методи його реалізації:

Motif являє собою програмний пакет, що включає віконний менеджер, набір допоміжних утиліт, а також бібліотеку класів, побудованих на основі Xt Intrinsics. Для кінцевих користувачів віконних систем, що спираються на Motif, основний інтерес представляє менеджер вікон.

Продукт Tcl/Tk являє собою два пов'язаних програмних пакета, які спільно забезпечують можливість розробки і використання додатків з розвиненим графічним інтерфейсом користувача. Tk є бібліотекою Cі-функцій, що орієнтована на полегшення створення графічних інтерфейсів у середовищі віконної системи X. Спільно Tcl і Tk забезпечують чотири переваги для розробників застосувань і користувачів: наявність командної мови Tcl дає можливість у кожному застосуванні використовувати потужну командну мову; можливість швидкої розробки графічних інтерфейсів; можливість використання в якості мови "склеювання" застосувань; зручність користувачів.

Microsoft Expression Blend являє собою сучасний засіб візуального проектування інтерфейсів, оснащений вбудованим редактором XAML. Поява мови опису користувацьких інтерфейсів XAML і нового середовища розробки Expression Blend дозволяє помітно прискорити і полегшити проектування і побудову призначених для користувача інтерфейсів.

Дана мова дозволяє описувати зовнішній вигляд і поведінку інтерфейсних елементів, встановлювати взаємодію цих елементів з різними даними і подіями. Кожен тег в XAML має відповідний клас в WPF, який має набір інструкцій щодо виконання цього тегу. XAML містить панелі, елементи управління документами та елементи векторної графіки.

Інтерфейс має важливе значення для будь-якої програмної системи і є невід'ємною її складовою, орієнтованою, перш за все, на кінцевого користувача. Системи управління користувацьким інтерфейсом допомагають якомога швидше розробити якісний інтерфейс. Використання тої чи іншої СУПІ завжди дозволяє зробити проект кращим.

*Список літератури*

1. Андреева Е.Г. Обзор методов проектирования пользовательского интерфейса / Е.Г. Андреева. – URL: <http://docplayer.ru/64858847-Obzor-metodov-proektirovaniya-polzovatel'skogo-interfeysa.html>
2. Методы и средства разработки пользовательского интерфейса. – URL: <https://studopedia.org/3-158804.html>



## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ГЕШТАЛЬТУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРОДУКТІВ ЛЮДИНО-МАШИНОЇ ВЗАЄМОДІЇ**

Гештальт — це група принципів візуального сприйняття, розроблена німецькими психологами у 1920 році. В її основі знаходиться ідея про те, що ціла сутність усвідомлюється як щось більше, ніж просто сума її частин. До гештальту входять чотири принципи.

Спливання - людський мозок розпізнає форму, складену з окремих елементів, швидше, ніж самі елементи поодиноці.

Узагальнення - людина здатна ідентифікувати об'єкт, навіть якщо частина його відсутня. Мозок оброблює візуальні сигнали, знаходить подібні образи, що зустрічались у минулому, та доповнює те, чого не вистачає.

Мультистабільність. - неоднозначні об'єкти часто інтерпретуються по-різному. Мозок здатен змінювати контекст, намагаючись знайти правильне значення інформації, що до нього надходить.

Незмінність - об'єкти розпізнаються, незалежно від їх повороту, масштабу або деформації. Мозок в змозі сприймати сутності з різних точок зору, незважаючи на їх відображення.

При проектуванні користувацьких інтерфейсів використовуються такі концепції, засновані на принципах гештальту: близькість, подібність, фокус-фон, замкнутість, симетричність, спільність областей, призначення.

Концепція близькості проголошує, що об'єкти, розташовані поряд, сприймаються як одна група. Щоб користувачі витрачали менше когнітивних ресурсів і швидше розпізнавали і реагували, потрібно використовувати чітку структуру та візуальну ієрархію при проектуванні інтерфейсів.

Ідея подібності визначає, що подібні елементи сприймаються як групи. З цього виходить, що елементи, які мають однакову функціональність, значення та рівень у ієрархічній системі, повинні візуально збігатися.

Концепція фокус-фон проголошує, що елементи можуть сприйматись або як об'єкти, що знаходяться у фокусі, або як об'єкти, що знаходяться на фоні об'єктів у фокусі. Дана концепція допомагає ясно вказати фокальну точку на екрані.

Поняття замкнутості встановлює, що група елементів сприймається як знайома форма. Поглянувши на складно розташовані елементи, людина намагається побачити просту та знайому фігуру. Замкнутість також відбувається, коли елемент є неповним або його частини незакінчені.

Із концепції симетричності виходить, що елементи, розташовані симетрично відносно один одного, сприймаються як група. Симетричні елементи є простими та гармонійними, що надає їм властивості когнітивної легкості, яка означає, що мозок виконує менше дій.

Значення спільності областей полягає в тому, що елементи, які мають явні візуальні обмеження, сприймаються як групи. При проектуванні користувацьких інтерфейсів часто використовуються так звані “картки” — об'єкти, обмежені лініями, що містять у собі колекцію зв'язаних за змістом елементів.

Концепція призначення проголошує, що елементи зі спільним напрямом руху сприймаються як більш зв'язані, ніж елементи, вектор руху яких не збігається або рух зовсім відсутній.

В основному, проектування користувацьких інтерфейсів стосується того, як зробити ефективний та зручний засіб керування продуктом для більшості клієнтів. Принципи гештальту завжди актуальні та допомагають досягнути поставлених перед розробником цілей. Реалізація концепцій, заснованих на принципах гештальту, при створенні інтерфейсу дозволяє задовольнити потреби більшої частини користувачів та зменшити зусилля мозку на обробку інформації.

### *Список літератури*

1. Канеман, Даниель. Думай медленно... решай быстро. — Москва: АСТ, 2014. — 653 с.
2. Вольфганг Кёлер, Карл Дункер. Гештальт-психология. — Москва: АСТ, 1998. — 704 с.

**ZERO UI – НАПРЯМ ДИЗАЙНУ ІНТЕРФЕЙСІВ МАЙБУТНЬОГО**

Нині більша частина дизайнерської роботи – візуальна та пов'язана з проектуванням графічного користувацького інтерфейсу (UI). Це логічно, адже основна взаємодія з програмними продуктами зараз відбувається через екрани. Однак з'являється все більше технологій та ІТ тенденцій, в яких взаємодія починає докорінно змінюватися, зокрема, Інтернет речей. Він оточує нас пристроями, які чують наші слова, передбачають наші потреби та бачать наші жести.

Що таке Zero UI? Цей термін запропонував дизайнер Енді Гудман, директор групи Fjord. Явище дуже точно описується фразою: «Дизайн Zero UI – це дизайн невидимих інтерфейсів».

Нова парадигма передбачає, що дизайнер буде створювати не візуальну частину продукту, а новітні способи взаємодії та користувацький досвід (UX). Zero UI характеризується двома головними складовими.

Перша складова Zero UI – це відсутність звичного графічного інтерфейсу. Пристрої, що були створені людьми для повсякденного користування, пройшли шлях еволюції органів керування: важелі, фізичні кнопки, машинний код, командний рядок, графічний інтерфейс, тачскрін. Однак всі ці інтерфейси продовжували говорити на мові машин, а не людей. Графічний інтерфейс (GUI) залишається таким і на екрані комп'ютера, і на тачскріні планшета. Його суть не змінюється, як і не відбувається ніяких радикальних зрушень у плані зручності користування. Zero UI пропонує більш природний та інтуїтивний спосіб керування пристроєм. Це touchless-tech-інтерфейс, що не має видимої частини інтерфейсу. Найвідоміші приклади таких інтерфейсів: Microsoft Kinect, Apple Siri – забезпечують керування жестами і голосом відповідно.

Друга складова Zero UI – це випереджувальні технології. Відсутність візуальної частини інтерфейсу є тільки зовнішньою стороною Zero UI. Внутрішня сторона передбачає, що частина дій виконується пристроєм замість користувача, бо він вгадує бажання людини. Тут, звісно, задіяні найпопулярніші напрями розвитку ІТ за останні роки: Big Data, машинне навчання, штучний інтелект, а також персоналізація.

Розробники інтерфейсів здебільшого працюють у програмах, подібних до InDesign та Adobe Illustrator. Але проблеми створення нелінійного дизайну потребують зовсім інших інструментів і набору навичок. Нова парадигма вимагатиме від дизайнера покладатися на дані та AI, а не на своє внутрішнє “почуття прекрасного” у двовимірному просторі графіки.

Дизайнерам знадобляться знання у біології та психології, щоб створити такі нові пристрої, що не будуть покладатися на зображення, як шлях для взаємодії з програмою. Очевидно, що нова парадигма породить нові різновиди дизайну і розширить перелік назв професій дизайнера. Але на цьому вплив не закінчується.

Zero UI – це тренд, який змінює підходи до дизайну. Тепер гіпотези ґрунтуються не на досвіді конкретної людини та її припущеннях, в їх основі лежать точні бізнес-показники, аналітика, постійне тестування. Дизайн стає самонавчальним механізмом, а дизайн-команда перш за все буде аналітичною командою, яка змінює процес дизайну і процеси самого бізнесу.

Немає впевненості, що Zero UI радикально вирішить проблеми взаємодії користувачів із пристроями, але очевидно – він вже пропонує нові рішення і нові підходи, які значним чином сприяють прогресу дизайну.

Також можна бути впевненим, що еволюція інтерфейсу на цьому не закінчиться, рано чи пізно він позбудеться будь-яких посередників та перейде на пряму взаємодію думкою. Це знов поставить перед дизайнерами нові завдання та виклики.

*Список літератури*

1. **Дженіфер Тидвелл.** Разработка пользовательских интерфейсов. - СПб.: Питер, 2008. – 480 с.
2. **Джеф Раскин.** Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Джеф Раскин. – Питер: Символ-Плюс, 2005. – 272 с.

А.В. КОЗИКОВ, ст. викладач, І.Ю. СКОСАРЕВ, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ, МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ ЕФЕКТИВНОГО ШИФРУВАННЯ ДАНИХ З УРАХУВАННЯМ ШАНСУ ДЕШИФРУВАННЯ**

У наш час технологій, з кожним днем, збільшується кількість даних. Дані будь-якого характеру передаються між користувачами у незахищеному вигляді. Збільшення кількості даних для передачі підсилює бажання зловмисників їх роздобути, що призводить до зростання кіберзлочинності. У зв'язку з цим, необхідно зосередити увагу на питаннях розробки способу шифрування, який відіб'є бажання хакерів викрадати даремні шматки даних, що у свою чергу вимагає аналізу наявних методів і алгоритмів шифрування з урахуванням шансу дешифрування даних.

Шифрування – це спосіб приховування інформації, що застосовується для зберігання інформації в надійних джерелах або передачі її по незахищеним каналам зв'язку. Існує два способи шифрування: шифрування секретним способом та шифрування відомим способом з використанням секрету. Головним недоліком шифрування секретним способом є факт того, що при отриманні даного способу третьою особою він перестає бути секретним і сторонам доведеться узгоджувати новий спосіб шифрування. На відміну від шифрування секретним способом шифрування відомим способом із застосуванням секрету дає можливість використовувати однаковий спосіб, змінюючи лише секрет, який називають ключем.

Метод шифрування є важливим аспектом ефективного шифрування. Методи шифрування розділяють на симетричне та асиметричне. Під час симетричного шифрування для шифрування і розшифрування використовується один і той самий ключ. Головною проблемою є необхідність передачі даного ключа, таким чином він може потрапити у сторонні руки. Тоді як в асиметричному шифруванні є пара ключів. Відкритий ключ, до нього повинні мати доступ всі ті, хто матиме потребу зашифрувати інформацію та закритий ключ, повинен бути доступним лише тому хто має право розшифрувати інформацію. Головною перевагою симетричного шифрування є велика пропускну здатність, що забезпечує швидкодію (асиметричні методи на 4 порядки повільніші). Саме тому альтернативним варіантом може стати шифрування даних за допомогою симетричного методу, в той час як передача ключа симетричного методу буде здійснюватися за допомогою асиметричного методу. До таких систем належить PGP.

Для того, щоб ваша інформація, пройшовши шифрування, перетворилася в "інформаційне сміття", безглуздий набір символів для стороннього користувача, використовуються алгоритми шифрування. Такі алгоритми розробляються вченими математиками або цілими колективами співробітників компаній або наукових центрів.

Для симетричного шифрування даних найкраще підходить криптографічний алгоритм Blowfish. Алгоритм не запатентований і вільно поширюваний. До переваг відносять, за рахунок використання простих операцій, які зменшують імовірність помилки реалізації алгоритму, простоту та швидкість. Складна схема вироблення ключових елементів істотно ускладнює атаку на алгоритм методом перебору, проте робить його непридатним для використання в системах, де ключ часто змінюється, і на кожному ключі шифрується невеликі за обсягом дані. Алгоритм найкраще підходить для систем, в яких на одному і тому ж ключі шифруються великі масиви даних.

Передачу ключа симетричного методу здійснюватимемо за допомогою схеми Ель-Гамала. Ель-Гамаль розробив один з варіантів алгоритму Діффі-Геллмана. Він удосконалив систему Діффі-Геллмана і отримав два алгоритми, які призначені для шифрування і для автентифікації.

Результатом роботи має стати гібридна криптосистема яка буде поєднувати в собі найкращі сторони симетричної криптографії і криптографії з відкритим ключем з використанням стійких алгоритмів шифрування та з розрахунком на сучасні можливості дешифрування.

**Li-Fi – ТЕХНОЛОГІЯ МАЙБУТНЬОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ**

Історія виникнення Wi-Fi містить в собі той період, коли технологію вважали провальною. Перша спроба вийти на ринок з даним продуктом не була прийнята. Компанія, яка створила бездротову мережу, змушена була відмовитися від подальших розробок і впроваджень. Продажі рідко покидали нульову позначку. Аналогічна ситуація зараз спостерігається з новою, ще не доопрацьованою, бездротовою технологією передачі даних - Li-Fi. Схожість полягає саме у високому потенціалі нової технології, адже вона створена, щоб перетворити бездротовий спосіб передачі на новий рівень, більш швидкий та більш безпечніший.

Що ж таке Li-Fi? Термін був створений в 2011 році компанією pureLiFi, професором Харальд Хаасом, на конференції «TedGlobal Talk», де він вперше продемонстрував Li-Fi. Li-Fi – це двунправлена, високошвидкісна безпровідна комунікаційна технологія. Принципи нової технології передачі даних полягають у використанні джерел світла передавачем даних, а світлочутливого елемента - приймачем. В майбутньому, будь-який елемент освітлення, побудований на світлодіодах, перетвориться в модем. Технологія дозволяє передавати дані, змінюючи інтенсивність світла, котру отримує фоточутливий детектор, після чого детектор перетворює сигнал в електронну форму і розшифровує його. Перетворення відбувається таким чином, що людське око не здатне відчути його. Висока швидкість передачі обумовлена кількома причинами: коротка довжина хвилі, висока щільність сигналу, широкий канал передачі (спектр частот видимого світла набагато ширше спектра радіохвиль).

Технологія була випробувана в дії естонською компанією. У лабораторних умовах через Li-Fi вдалося передати дані на швидкості 224 Гбіт/с, що в 22,4 рази швидше максимальної швидкості майбутнього Wi-Fi-стандарту IEEE 802.11ax. За даними тесту можна побачити, що швидкість з'єднання набагато більше, ніж через звичайні Wi-Fi роутери, а в теорії швидкість можна збільшити у багато разів. Li-Fi важко зламати, оскільки сигнал не покидає кімнати. Очевидну вигоду від використання Li-Fi вдасться отримати і в енергоспоживанні, адже сам по собі передавач - це світлодіод з дуже малими споживанням електроенергії.

Новітня технологія має безліч переваг. Перша перевага – безпека, світло не може проходити крізь стіни, це означає, що Li-Fi сигнал може бути захищений у фізичному просторі. Технологія також дає можливість додаткового контролю, користувачі можуть бачити куди йдуть дані. Друга перевага – стійкість до радіоперешкод: радіочастотні технології, такі як Wi-Fi, є вразливими до перешкод від широкого спектру пристроїв, таких як мобільні телефони, мікрохвильові печі та сусідні Wi-Fi мережі. Сигнали Li-Fi стійкі до таких перешкод, а це означає, що Li-Fi можна використовувати в таких місцях як лікарні, електростанції та літаки. Третя перевага – ефективність, оскільки джерелом даних є світло, світлодіодні ліхтарі можуть бути використані у якості передавача даних. Інфраструктура освітлення може бути використана для надання точок доступу по мережі Li-Fi. Четверта перевага – щільність даних, Li-Fi мережі мають щільність даних, яка перевищує щільність даних Wi-Fi мереж у 1000 разів.

Окрім переваг можливі і недоліки новітньої технології. Практично будь-яка перешкода на шляху перериває потік даних, що поширюється за допомогою світла. При побудові нової мережі даний факт потрібно обов'язково враховувати на базовому рівні. Другий головний недолік - це впровадження. Виробники електроніки повинні впровадити на апаратному рівні цю технологію у свої пристрої.

На даний момент Li-Fi не користується великою популярністю, оскільки має деякі недоліки, але у найближчому майбутньому все докорінно зміниться. Для старту впровадження технології достатньо буде тих ситуацій, коли неможливо використовувати радіочастоту. Світло зменшить навантаження на мережу, яке спостерігається в багатолюдних місцях з точками доступу Wi-Fi, забезпечивши передачу практично необмеженої кількості інформації.

*Список літератури*

1. Хаас П. Принципи світлодіодних комунікацій // Кембриджський університет, 2015. – 224 с.

**ПРОЕКТУВАННЯ ПРИРОДНИХ КОРИСТУВАЦЬКИХ ІНТЕРФЕЙСІВ**

Однією з основних функцією людського мозку є складання прогнозів на основі минулого досвіду, тому, в своїй більшості, нові технології використовуються для вирішення таких самих завдань, що і старі. Завдяки новим технологіям з'являється все більше можливостей для поліпшення процесу взаємодії між людиною і програмою.

Інтерфейс є проміжною ланкою між програмою та користувачем. Поняття природних користувацьких інтерфейсів (natural user interface) з'явилося досить давно, але по-справжньому про них заговорили з появою і поширенням пристроїв, що використовують розпізнавання жестів, осіб і мови. Найпопулярніші пристрої цієї групи – Kinect, Leapmotion, Intel RealSense, призначені для спрощення взаємодії, стирання кордонів між цифровим і фізичним простором.

Поняття природного інтерфейсу відноситься до процесу взаємодії користувача з системою, тому управління має бути однаково простим, інтуїтивним, як для досвідченого користувача системи, так і для новачка. Природний інтерфейс будується на таких основних принципах. Принцип швидкого занурення передбачає, що людина, прикладаючи мінімум зусиль і часу, сама опановує систему. Принцип легкого керування вимагає, щоб комп'ютер пристосовувався до користувача, а не навпаки, і починав наперед «передбачати» і виконувати його побажання. Принцип враження означає, що система надає користувачеві новий досвід та нові позитивні емоції від взаємодії з пристроєм.

Найбільш природним інтерфейсом буде той, який всі – і новачки і досвідчені користувачі, вважатимуть найбільш зручним у порівнянні з іншими. При проектуванні таких інтерфейсів доводиться приділяти увагу питанням, пов'язаним не тільки з функціональною частиною системи, але й з фізичними особливостями кожного з користувачів. Отже, при проектуванні постають дві найголовніші проблеми фізичних особливостей користувачів. Перша проблема – «fat fingers», люди мають різні розміри кінцівок, тому слід проектувати системи, що не будуть мати утруднень з розпізнаванням області для натискання кінцівками різних розмірів. Друга проблема пов'язана з тим, що системи мають безперервні процеси розпізнавання жестів, осіб і голосу, тому виникають проблеми пов'язані з неправильним розпізнаванням або з помилковим спрацюванням.

Розвиток зручних природних інтерфейсів найчастіше гальмується за рахунок помилок, які допускають розробники при проектуванні. До найбільш відомих помилок слід відносити: недоречний механізм взаємодії, невідповідність можливостей користувача в даний момент до розв'язуваної задачі, використання надмірної кількості жестів, нерозуміння фізичних обмежень дії пристроїв, використання складних комбінацій жестів для досягнення мети, копіювання або адаптація принципів графічних інтерфейсів (GUI).

Кількість різноманітних пристроїв і датчиків з кожним роком збільшується. Стандарт в цих умовах розробити ще складніше, ніж для звичних «екранних» інтерфейсів, тому що технології природних користувацьких інтерфейсів концептуально відрізняються за фізичною взаємодією. Тому при проектуванні природних інтерфейсів розробники мають вивчати досвід попередніх проектувальників, бо ж велика кількість завдань вже була вирішена, слід звертати увагу на специфіку девайсів. Важливо надавати користувачеві постійний зворотній зв'язок при взаємодії з системою, використовувати правильні метафори для жестів та анімацій, уникати схожих жестів. Необхідно приділяти більше уваги підказкам та використовувати міні-анімації, які полегшують взаємодію користувача з системою.

Розвиток природних інтерфейсів тільки починається, але він вже змінює підходи до дизайну і дає нам можливість вирішувати знайомі нам завдання з більш високою швидкістю та ефективністю.

*Список літератури*

1. Віксон Д. Розробка природних користувацьких інтерфейсів для дотику та жестів // М.: Нові Райдери, 2004. – 240 с.

**МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНОГО ДОСТУПУ ДО СЕРВІСІВ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ ЧЕРЕЗ ІНТЕРНЕТ**

При забезпеченні функціонування інформаційної корпорації виникає проблема безпечного зберігання та передачі даних. Наявність програмних та апаратних вразливостей в корпоративних мережах є суттєвою загрозою і може призвести до несанкціонованого доступу до інформації та її фальсифікації і, як наслідок, до фінансових і репутаційних втрат компанії. В літературі розглянуто різні способи організації корпоративних мереж і методи, спрямовані на підвищення рівня безпеки в корпоративних каналах передачі інформації. Однак, в більшості випадків описані рішення не є повними, у зв'язку з чим виникає необхідність докладної класифікації існуючих методів і способів організації корпоративних мереж з урахуванням варіативності напрямів атак, які можуть становити загрозу.

Серед варіантів організації доступу до сервісів корпоративної мережі можна виділити:

Організацію плоскої мережі: всі вузли корпоративної мережі розташовані в загальній для всіх внутрішній мережі, в рамках якої комунікації між ними не обмежуються. Мережа підключається до Інтернету через брандмауера. Доступ вузлів до Інтернет здійснюється через NAT, а доступ до інтернет-сервісів - через «прокидання» портів (port mapping). Даний спосіб зумовлює мінімальні вимоги до функціоналу брандмауера, а також мінімальні вимоги до кваліфікації фахівця, що здійснює реалізацію системи. Проте, даний спосіб не забезпечує належного рівня безпеки. У разі зламування, при якому зловмисник отримує контроль над одним з серверів, йому стають доступні всі інші вузли і канали зв'язку корпоративної мережі.

Організація демілітаризованої зони: для усунення зазначеного вище недоліку вузли мережі, доступні з Інтернет, поміщають у спеціально виділений сегмент – демілітаризовану зону (DMZ). Демілітаризована зона організовується за допомогою міжмережєвих екранів, що відокремлюють її від Інтернет і від внутрішньої мережі. Даний варіант підвищує захищеність мережі від зламування окремих сервісів. У разі, якщо один із серверів буде зламаний, зловмисник не зможе отримати доступ до ресурсів, що знаходяться у внутрішній мережі. Однак, само по собі винесення серверів в демілітаризовану зону не підвищує їх захищеність.

Розподіл сервісів на Front-End і Back-End: кожна частина функціоналу сервісу розташовується на окремому сервері, між якими організована мережева взаємодія. Сервера Front-End, що реалізують функціонал взаємодії з клієнтами, які знаходяться в Інтернет, розміщують в DMZ, а сервера Back-End, що реалізують інший функціонал, залишають у внутрішній мережі. Для взаємодії між ними створюються правила, що дозволяють ініціацію підключень від Front-End до Back-End. Однак слід враховувати, що не всі сервіси можуть бути розділені на Front-End і Back-End.

Back connect: В умовах відсутності маршрутизатора або брандмауера зловмиснику стають доступні атаки, що дозволяють перехоплювати і модифікувати трафік та атаки, пов'язані з експлуатацією вразливостей серверів внутрішньої мережі, до яких можна ініціювати з'єднання з демілітаризованої зони. Для зменшення числа каналів, через які зловмисник може атакувати сервера, необхідно будувати з'єднання за допомогою криптографічно захищених мережєвих протоколів. Для реалізації зазначеного підходу необхідно застосовувати мережеве тунелювання за допомогою SSH або VPN, а в рамках тунелів дозволити підключення сервера DMZ до сервера внутрішньої мережі. Дане рішення підвищує безпеку в умовах відсутності фільтрації мережєвого трафіку і забезпечує захист даних, що передаються по мережі. Також завдяки йому зменшується різноманітність атак на захищений сервер. Однак воно є несумісним з мережєвими системами виявлення та запобігання вторгнень.

Розглянуті варіанти організації доступу до сервісів корпоративної мережі з Інтернет дозволяють підвищити безпеку передачі і зберігання корпоративних даних. Вибір конкретного способу має здійснюватися виходячи з цінності інформації, що захищається, технічних ресурсів, якими володіє компанія і кваліфікації фахівців, що здійснюють реалізацію системи.

Д.В. ШВЕЦ, ассистент  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАГНЕТИТОВЫХ РУД НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ПРОЧНОСТИ

Вопрос контроля качества минерального сырья является одним из наиболее важных в горно-обогатительной промышленности. Однако, из-за колебаний прочности железной руды, поступающей на переработку на рудообогатительные фабрики, происходит ее недоизмельчение, ведущее к неполному раскрытию сростков, либо переизмельчение, приводящее к ухудшению магнитных свойств измельчаемого материала. В обоих случаях это приводит к потерям полезного компонента на стадии магнитной сепарации.

На РОФ Кривбасса более 10 лет успешно эксплуатируется информационно-измерительная система ДЖМ-К [1], предназначенная для контроля содержания массовой доли магнетита в массе дробленой руды на движущейся конвейерной ленте, в основе которой лежит использование датчика магнитного железа. Данную систему предлагается дополнить датчиком железа общего и блоком, осуществляющим вычисление соотношения содержания в руде железа магнитного к железу общему, что позволит определять крепость горной массы. В конечном итоге данный фактор позволит эффективно управлять процессом измельчения.

Технический результат от использования предлагаемого решения заключается в том, что предварительное автоматическое определение прочности исходной руды позволяет соответственно регулировать объем ее подачи в мельницу, что уменьшает выход продукта недостаточной или избыточной крупности и потери полезного компонента.

Из технической литературы известно, что прочность магнетитовых руд зависит от соотношения содержания в них железа магнитного к содержанию железа общего:

легкоизмельчимые руды  $Fe_{\text{маг}} / Fe_{\text{заг}} < 0,8$

трудноизмельчимые руды  $Fe_{\text{маг}} / Fe_{\text{заг}} > 0,8$ .

Система функционирует следующим образом: перед началом работы программируется блок управления автоматизированной системы - задаются значения объемов подачи руды и воды в мельницу в зависимости от прочности исходного сырья, а также плановые показатели переработки. После запуска системы подается руда на питатель, где при помощи соответствующих датчиков производится замер содержания общего и магнитного железа. Далее происходит вычисление соотношения содержания магнитного железа к железу общему в порции руды на питателе, и в зависимости от полученного значения формируется управляющее воздействие на электродвигатель питателя: при  $Fe_{\text{магн}}/Fe_{\text{общ}} > 0,8$  скорость двигателя уменьшается, что приводит к уменьшению подачи руды в мельницу. В свою очередь, при  $Fe_{\text{магн}}/Fe_{\text{общ}} < 0,8$  подается управляющее воздействие, увеличивающее скорость электродвигателя питателя, что увеличивает подачу сырья в измельчительную установку. В обычном режиме через заданные промежутки времени цикл повторяется вновь, при возникновении аварийной ситуации – процесс останавливается.

Управление процессом измельчения руд в зависимости от их измельчимости обеспечит уменьшение потерь железа в хвосты обогащения и позволит повысить качество концентрата. Предложенное решение относится к способам автоматического управления процессом мокрого измельчения руды в шаровой мельнице, работающей в замкнутом цикле со спиральным классификатором, и может быть использовано на рудообогатительных фабриках, перерабатывающих магнетитовые руды.

### Список литературы

1. Пат. 101969 Україна, МПК<sup>2006</sup> G01R 33/12. Система автоматичного контролю продуктивності та вмісту магнітного заліза в конвеєрному рудопотоці вихідної руди рудозбагачувальної фабрики / А. А. Азарян, В. Г. Кучер, В. В. Дрига, Ю. Є. Цибулевський (Україна); заявник Криворізький національний університет. - № u201503375; заявл. 10.04.2015; опубл. 12.10.2015, Бюл. № 19. – 3 с.

А.В. КОЗИКОВ, ст. викладач, Д.В. ШВЕЦЬ, асистент, А.Ю. КОКОЗЕЙ, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СУПЕРМАРКЕТІВ**

За статистикою сучасна людина проводить у чергах 200 діб за все своє життя. В теперішні часи, коли суспільство рухається переважно у капіталістичному напрямку, кожна людина прагне виділити якомога більше вільного від роботи часу для себе та своєї сім'ї. Тому виникає потреба у скороченні часу, що витрачається даремно, наприклад, в очікуванні своєї черги до каси супермаркету.

З розвитком сучасних інформаційних технологій стають можливими різні шляхи уникання черг у супермаркетах. Створюється дедалі більше інтернет-магазинів, у яких можливо замовити не тільки техніку чи косметику, а й, наприклад, продукти харчування. Крім того, існує безліч компаній, які виконують доставку готових страв із різних ресторанів та кафе міста. Обидва ці сервіси мають свої переваги та недоліки. Серед переваг, насамперед, можна виділити зручність та доступність використання таких інтернет-ресурсів. Головні недоліки наведених вище послуг: обмеженість графіку роботи служби доставки та значна вартість націнки за послугу транспортування заказів. У зв'язку з цим постає питання: чи можливо винайти варіант, який буде поєднувати усі переваги та виключати недоліки? Дослідження показали, що такий варіант існує і вже втілений в життя.

Черги у супермаркетах виникають через тривале обслуговування на касі. Тому концепція безкасового супермаркету – це радикальне та інноваційне вирішення проблеми. Ідея започаткована американською компанією Amazon, однією з найперших інтернет-сервісів, орієнтованих на продаж товарів масового попиту. В цьому магазині немає ані черг, ані касових апаратів, ані касирів. В ньому є тільки товари.

Для того, щоб розпочати покупки, клієнт має авторизуватися через QR-код зі спеціального мобільного додатку. При відвідуванні магазину із сім'єю або друзями, авторизувати усіх осіб можливо за допомогою одного QR-коду. Надалі мобільний додаток працює у фоновому режимі та відстежує список товарів, які відвідувач поклав до кошика або у кишені. Відомо, що Amazon використовує RFID (Радіочастотне розпізнавання, яке здійснюється за допомогою закріплених за об'єктом спеціальних міток) та відеокамери. Система спостереження відстежує місцезнаходження кожного покупця, а сканери RFID-міток визначають, що товар взяли з полиці. Якщо покупець передумав, то може повернути товар на полицю – і ця річ буде видалена зі списку придбань. При виході з супермаркету мобільний додаток автоматично списує кошти за придбані товари з банківського рахунку.

Безперечно, концепція цього супермаркету має безліч переваг перед традиційними супермаркетами, але не виключена можливість його вдосконалення. Відомо, що машинне бачення, яке використовуються у магазині Amazon, не реєструє передачу товарів між відвідувачами. Тому необхідно впровадити до систем «штучного інтелекту» рішення, яке б дозволило уникати такого «присвоєння» товарів покупцю.

Система оплати Amazon полягає у автоматичному безготівковому розрахунку через банківську картку. Оплата готівкою не передбачена. У разі відтворення проекту безкасового супермаркету в Україні, необхідно дати покупцю можливість проведення оплати у зручній для нього формі. Здійснення готівкової оплати можливо буде виконувати за допомогою спеціальних терміналів, встановлених у супермаркеті. Після збору продуктового кошику, покупець сканує свій QR-код через термінал, який повідомляє суму до сплати, відвідувач вносить кошти, решта переводиться на його банківський рахунок, а кошик у мобільному додатку анулюється.

Також корисною функцією для великого супермаркету була б можливість навігації по його території за допомогою функціоналу мобільного додатку. На екрані мобільного телефону відображається схема супермаркету з вказаними назвами відділів та активною міткою місця розташування покупця.

Такий додаток був би насамперед корисним для покупців, що вперше завітали до даного закладу.



**ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В СФЕРУ  
ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я**

На сьогоднішній день вже не залишається жодної сфери людського життя, яка так чи інакше не взаємодіє з різними інформаційними системами. Вони все більше впроваджуються в найрізноманітніші сфери нашої діяльності – дім, робота і навіть транспорт. Всі організації активно впроваджують різноманітні інформаційні системи у власну діяльність, тим самим підвищуючи ефективність та віддачу працівників. Паралельно з цим інформаційні системи продовжують стрімко розвиватися, а функції, що виконуються цими системами, стають більш складними і важливими.

Однією із сфер, що є пріоритетними для впровадження найсучасніших інформаційних систем, є сфера охорони здоров'я. Інформаційні системи в даній сфері пройшли довгий шлях розвитку, але більша їх частина, як і раніше, залишається недостатньо розвинутою, щоб робити власні висновки, або виступати в ролі порадики лікарям-людям. В сфері охорони здоров'я інформаційні системи використовуються переважно для ведення обліку даних, ведення електронної історії хвороби, а також дистанційної взаємодії лікарів та пацієнтів між собою. Використання цих функцій не розкриває закладений в інформаційні системи потенціал, і особливо сильно ця проблема виражена у державних медичних установах, і, як результат, ефективність роботи державних закладів охорони здоров'я нижча, ніж у приватних.

В процесі лікування пацієнтів первісною проблемою є діагностика та визначення діагнозу. З причини великої кількості різноманітних захворювань, людина нездатна охопити усі можливі діагнози та варіанти розвитку хвороб. Інтеграція різноманітних сучасних інформаційних систем допоможе в діагностиці пацієнта, встановленні остаточного діагнозу та подальшого лікування. Для реалізації такого роду систем необхідна загальна інформаційна база, яка повинна регулярно оновлюватись відповідно до сучасних тенденцій в області фармацевтики для призначення найбільш дієвого лікування.

На сьогоднішній день існують різні системи, які значно спрощують роботу лікарям. Наприклад, система InnerEye інтерпретує знімки комп'ютерної томографії, створюючи тривимірну модель органів, що значно прискорює роботу фахівців та облегшує виявлення уражених ділянок, а також дає можливість виявлення раку на ранніх стадіях. Впровадження таких систем в масове використання дозволить значно підвищити відсоток виявлення онкологічних захворювань, та як наслідок – призначати своєчасне лікування.

Новою гілкою в розвитку інформаційних систем є нейронні мережі, відмінною рисою яких є здатність до самонавчання на основі отриманого досвіду. Сучасна нейронна мережа IBM Watson здатна обробляти всю інформацію про пацієнта, встановлювати діагноз і видавати декілька варіантів лікування з урахуванням особливостей організму і можливих побічних ефектів. При цьому в більш ніж 90% випадків ці варіанти виявляються вірними, що значно перевищує показники лікарів-людей. Широке інтегрування нейронних мереж медичного призначення в медичні установи та їх використання паралельно з лікарями-людьми на експериментальній основі призведе до значного підвищення показника встановлення правильного діагнозу, а в результаті – до правильного лікування та швидшого одужання пацієнта.

Наведені вище приклади свідчать про технології, які продовжують розвиватися, і мають впроваджуватись в повсякденне життя закладів охорони здоров'я. Як наслідок, разом із розвитком комп'ютерних технологій, різноманітні інформаційні системи будуть ставати все більш точними та ефективними, і новітні розробки також повинні будуть впроваджуватися до вже існуючих систем.

І.О. ДОЦЕНКО, ст. викладач, Д.В. ШВЕЦЬ, асистент, Б.А. СІТДІКОВ, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ЗАСТОСУВАННЯ ШАБЛОНУ «СТРАТЕГІЯ» ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ З ДИНАМІЧНИМ ВИКОНАННЯМ**

«Стратегія» - це поведінковий патерн проектування, який визначає сімейство схожих алгоритмів і поміщає кожен з них в власний клас. Після цього алгоритми можна взаємно-змінювати прямо під час виконання програми.

Патерн «Стратегія» пропонує визначити сімейство схожих алгоритмів, які часто змінюються або розширюються, і винести їх у власні класи, звані стратегіями.

Замість виконання початкових класом того чи іншого алгоритму, він грає роль контексту, посилаючись на одну із стратегій і делегуючи їй виконання роботи. Щоб змінити алгоритм, достить підставити в контекст інший об'єкт-стратегію.

Важливо, щоб всі стратегії мали загальний інтерфейс. Використовуючи цей інтерфейс, контекст буде незалежним від конкретних класів стратегій. З іншого боку, з'являється можливість змінювати і додавати нові види алгоритмів, не змінюючи код контексту.

Патерн «Стан» можна розглядати як надбудову над «Стратегією». Обидва патерна використовують композицію, щоб змінювати поведінку основного об'єкта, делегуючи роботу вкладеним об'єктам-помічникам. Однак в «Стратегії» ці об'єкти не знають один про одного і ніяк не пов'язані. У «Стані» самі конкретні стани можуть перемикаати контекст.

Застосування:

при необхідності використання різних варіацій будь-якого алгоритму всередині одного об'єкта, «Стратегія» дозволяє варіювати поведінку об'єкта під час виконання програми, підставляючи в нього різні об'єкти-поведінки (наприклад, що відрізняються балансом швидкості і споживання ресурсів);

при наявності безлічі схожих класів, що відрізняються тільки деякими поведінкою, «Стратегія» дозволяє винести відрізняється поведінка в окрему ієрархію класів, а потім звести початкові класи до одного, зробивши поведінку цього класу налаштованим;

при необхідності приховати деталі реалізації алгоритмів для інших класів, «Стратегія» дозволяє ізолювати код, дані та залежності алгоритмів від інших об'єктів, приховавши ці деталі всередині класів-стратегій;

при реалізації різних варіацій алгоритмів у вигляді гіллястого умовного оператора. Кожна гілка такого оператора являє варіацію алгоритму, «Стратегія» поміщає кожен гілку такого оператора в окремий клас-стратегію. Потім контекст отримує певний об'єкт-стратегію від клієнта і делегує йому роботу. При необхідності зміни алгоритму, в контекст можна подати іншу стратегію.

Кроки реалізації:

визначення алгоритму, схильного до частих змін. Крім того, можливе використання алгоритму, що має кілька варіацій, які вибираються під час виконання програми;

створення інтерфейсу стратегій, що описують цей алгоритм. Інтерфейс повинен бути загальним для всіх варіантів алгоритму;

розміщення варіацій алгоритму у власних класах, які реалізують цей інтерфейс;

створення поля для зберігання посилання на поточний об'єкт-стратегію в класі контексту, а також методу для її зміни. Необхідно переконатися в тому, що контекст працює з цим об'єктом тільки через загальний інтерфейс стратегій;

клієнти контексту повинні подавати в нього відповідний об'єкт-стратегію, коли хочуть, щоб контекст поведився певним чином.

### *Список літератури*

1. Шевчук А. Охрименко Д. Касьянов А. Design Patterns via C#. Прийоми об'єктно-орієнтованого проектування / Шевчук А. // ITVDN, 2015. – 228 с.

Н.О. КАРАБУТ, ст. викладач, Д.В. ШВЕЦЬ, асистент, К. БЛАЩУК, студентка  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## КОМП'ЮТЕРНЕ ПІРАТСТВО ТА ОХОРОНА АВТОРСЬКИХ ПРАВ

Термін «комп'ютерне піратство» позначає порушення авторських прав на програмне забезпечення. В той же момент, в самому прямому сенсі поняття «авторське право» означає «право створення копій». Авторське право являє собою одну з форм захисту інтелектуальної власності.

Під інтелектуальною власністю розуміється виключне право фізичної або юридичної особи на результати інтелектуальної діяльності. Авторське право поширюється на такі результати інтелектуальної діяльності, як твори науки, літератури, мистецтва, в тому числі і на комп'ютерні програми.

При купівлі ліцензійної копії програмного продукту споживач купує в дійсності лише право (дозвіл) на його використання. Авторські права на саму програму зберігаються за автором (правовласником), у власність покупця переходять лише матеріальні носії, на яких вона поширюється (наприклад, диски та документація).

Комп'ютерне піратство завдає шкоди всім: кінцевим користувачам, реселерам, індустрії програмного забезпечення, а також економіці цілих країн і окремих регіонів. Сьогодні авторські права вразливі як ніколи раніше - внаслідок успіхів технічного прогресу і широкого поширення комп'ютерів. Ці фактори, як відомо, спрощують і здешевлюють масове поширення незаконних копій програмного забезпечення і інших об'єктів інтелектуальної власності.

Економіка всіх країн світу несе колосальні втрати через комп'ютерне піратство. З появою все більш передових технологій і розширенням сфери охоплення інтернету незаконне поширення програмного забезпечення і інших об'єктів інтелектуальної власності набуває все більшого масштабу.

Форми комп'ютерного піратства:

- незаконне копіювання кінцевими користувачами;
- незаконна установка програм на жорсткі диски комп'ютерів;
- виготовлення підробок;
- порушення обмежень ліцензії;
- інтернет-піратство.

«Авторське право» поширюється на такі результати інтелектуальної діяльності, як твори науки, літератури, мистецтва, в тому числі на комп'ютерні програми, хореографічні постановки, картини, аудіовізуальні зображення, звукові записи і архітектурні споруди. Авторське право на твори науки, літератури і мистецтва, в тому числі на програми для ЕОМ, виникає в силу його створення. Сьогодні багато авторів реєструють свою працю, що полегшує їм можливість переслідувати в судовому порядку будь-якого порушника своїх авторських прав (що створює нелегальні копії) і отримувати з порушника компенсацію за шкоду і оплату послуг адвоката.

Існують наступні міжнародні конвенції про охорону авторських прав та багатосторонні міжнародні договори, що встановлюють зобов'язання держав з охорони авторського права на твори, що належать громадянам інших беручих участь в договорі країн або вперше опублікованих в цих країнах. Найбільше значення мають Бернська конвенція про охорону літературних і художніх творів (1886) і Всесвітня (Універсальна) Женевська конвенція про авторське право (1952).

Конвенції мають на меті забезпечити повагу прав людини та сприяти розвитку літератури, науки і мистецтва, сприяти обміну культурними цінностями та кращому міжнародному взаєморозумінню. Вона поширюється на твори письмові, музичні, драматичні і кінематографічні, твори живопису, гравюри і скульптури.

Поряд з участю в міжнародних конвенціях держави можуть укладати між собою двосторонні угоди про охорону авторських прав. За цими угодами кожна сторона визнає авторські права громадян іншої сторони на твори, вперше випущені у світ на території іншої сторони, і надає їм охорону на тих же умовах, що і творам власних громадян.

Н.О. КАРАБУТ, ст. викладач, Д.В. ШВЕЦЬ, асистент, М.С. КРАПИВНИЙ, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **БЕЗДРОТОВИЙ СТАНДАРТ ЗВ'ЯЗКУ WI-FI ТА ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ТОЧОК ДОСТУПУ.**

З розвитком комп'ютерної індустрії потреба в передачі великих обсягів даних стала як ніколи очевидною. З кожним роком такі запам'ятовуючі пристрої, як: жорсткі диски, карти пам'яті, SSD накопичувачі, починають вмещувати все більше інформації. Завдяки розвитку глобальної мережі Інтернет (World Wide Web) обмін інформацією, що зберігається на даних накопичувачах, між користувачами значно спростився. На жаль, для організації всесвітньої павутини потрібно було прокласти тисячі кілометрів мережевих кабелів. З появою портативних гаджетів таких, як: смартфони, ноутбуки, планшети, що працюють автономно, виникла проблема організації зв'язку між цими пристроями та мережею Інтернет без використання дротових стандартів.

Wi-Fi - технологія бездротової локальної мережі. Даний стандарт бездротових мереж був розроблений ще в 1998 році на основі стандартів IEEE 802.11 альянсом сумісності бездротового обладнання (Wi-Fi Alliance).

Принцип роботи даної системи полягає в наявності однієї або більше точок доступу і не менше, ніж одного клієнта. Як правило, точка доступу підключена до провідного стандарту Ethernet, що і пов'язує її з глобальною мережею Інтернет, кожна така точка має власний ідентифікатор мережі (SSID). Знаючи цей ідентифікатор, клієнт може підключитися до точки доступу та отримати доступ до мережі на відстані.

З моменту інтеграції Wi-Fi мереж по всьому світу, даний стандарт зазнав кілька істотних модернізацій. Найпершим вважається 802.11a, він підтримує швидкість передачі даних до 54 Мбіт/с і працює на частоті 5 ГГц. Далі були розроблені стандарти 802.11b і 802.11g, які працюють на частоті 2,4 ГГц і 5 ГГц. Стандарт 802.11n був затверджений в 2009 році. Його реалізація дозволила збільшити швидкість передачі даних до 600 Мбіт/с. З 2011 по 2013 розроблявся стандарт IEEE 802.11ac і був прийнятий в січні 2014 року. Він працює в діапазоні частот 5 ГГц. та зворотно сумісний з IEEE 802.11n. Швидкість передачі даних при використанні 802.11ac може досягати 6 Гбіт/с.

Основними перевагами стандарту WiFi 802.11ac є високі швидкості передачі в радіоканалі і, відповідно, більша агрегована смуга пропускання точки доступу, а також більш досконалі механізми контролю активного і пасивного стану клієнтських пристроїв. Все це разом призводить до значної економії заряду батареї мобільного пристрою.

Незважаючи на всі переваги Wi-Fi технологій і введення нового стандарту 802.11ac, що підтримує швидкість передачі до декількох Гбіт/с, цей варіант організації бездротового зв'язку не є ідеальним і має ряд істотних недоліків. Наприклад, часті перешкоди роботі точок доступу через велику кількість пристроїв, працюючих на частоті 2,4 ГГц. Також обмеження накладає радіус дії, який в середньому не перевищує 100 метрів. В різних країнах світу накладаються обмеження потужності і частотного діапазону точок доступу. Але найбільш істотним недоліком вважається організація захищених точок доступу. Незважаючи на введення таких шифрувань, як WPA і WPA2, що дозволяють обмежити доступ завдяки зашифрованому пароллю, це питання все одно залишається відкритим. Існування таких методів зламу, як Brute-force (підбір) та Airhack (перехоплення) дозволяють обійти захист, підключитися до точки доступу та перехоплювати інформацію, передану клієнтами через цю точку в глобальну мережу. Сьогодні виробники бездротових точок доступу (роутерів) стали виділяти велику кількість ресурсів на розробку нових рішень систем захисту, але поки рано говорити про їх практичну реалізацію. Зважаючи на це, підключаючись до незнайомих точок доступу, користувачеві варто бути обережним і пам'ятати про можливе перехоплення особистої інформації.

### *Список літератури*

1. Педжман Рошан, Джонатан Лізри. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. — М.: «Вильямс», 2004. — С. 304. — ISBN 5-8459-0701-2.

Д.В. ШВЕЦЬ, асистент, Б.В. МАЛІЙ, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 4G

4G є спадкоємцем бездротових мереж 2G і 3G. Мережа 2G уособлює перехід від аналогової передачі до цифрової, і також уособлює першу появу на мобільних пристроях таких сервісів, як SMS і email. В свою чергу, мережу 3G пов'язують з появою таких речей, як глобальний роумінг і, насамперед, з підвищеними швидкостями передачі даних.

Покоління бездротових мереж можна розглядати як набір корисних сервісів, які в міру доступності стають все більш функціональними і все швидшими. Використовувані сьогодні мережі 3G дозволяють переглядати потокове відео, завантажувати музику і файли, переглядати веб-сторінки на середніх швидкостях завантаження від 600Кбіт/сек до 1,4Мбіт/сек. У мережах 4G користувач має змогу робити все те ж саме, але на ще більш високих швидкостях. При цьому підвищені швидкості роблять можливим використання нових додатків і сервісів.

Існує ряд стандартів і технологій, що стосуються кожного покоління бездротових мереж - GSM, cdmaOne, GPRS, EDGE, CDMA2000, UMTS (також відомий як 3GSM), HSDPA та інші. Слід зазначити, що більшість провайдерів часто використовують термін 4G для опису пропонованих наразі технологій, іноді навіть спотворюючи при цьому дійсність. Однак поточні реалізації 4G здебільшого відносяться до рге-4G, тому що вони не повністю задовольняють швидкісним вимогам 4G - в 1Гбіт/сек для стаціонарного прийому і в 100 Мбіт/сек для мобільного.

Окрім підтримки відповідних швидкостей, для кваліфікації мережі як 4G вона повинна задовольняти і ряду інших принципів. Мережа має бути надзвичайно спектрально ефективною, повинна динамічно розподіляти і використовувати свої ресурси для підтримки більшого числа користувачів в одиницю часу на комірку, має забезпечувати високу якість обслуговування для підтримки наступного покоління мультимедіа і повинна бути заснована на комутованій мережі all-IP.

Нові можливості в передачі величезних обсягів даних, які надаються технологіями групи 4G, вже зараз змушують постачальників мобільного контенту задуматися про розширення свого бізнесу. Якщо сьогодні основним товаром на цьому ринку є мелодії та ігри, то поява 4G зробить набагато актуальнішим мобільне телебачення, video-on-demand (VOD - «Відео за запитом»), «продвинуті» ігри і т.п. Крім того, завдяки 4G стануть можливі мобільні відеоконференції (відеочати) і мобільні реєг-to-реєг мережі.

Для мобільних операторів отримання 4G-частот дасть новий поштовх для розвитку їх бізнесу. Зокрема, через те, що LTE має в 3-4 рази більшу швидкість передачі даних, оператори отримують можливість розвивати нові послуги, як для приватних абонентів, так і для бізнесу. Зокрема, мова йде про надання доступу до "важкого" відеоконтенту - онлайн ТБ високої чіткості (HD), 4K-Video, а також про рішення для інтернету речей, "розумних будинків", "розумних міст" та інших, які потребують великих швидкостей.

За прогнозами дослідницької компанії Screen Digest, в найближчі роки кількість передплатників онлайн-сервісів буде стрімко зростати насамперед через збільшення швидкості передачі даних.

Крім того, виграють від впровадження 4G і виробники телекомунікаційного обладнання. Однак не варто забувати і про кінцеве обладнання для абонентів. Для того, щоб скористатися послугами зв'язку четвертого покоління, вони повинні будуть мати відповідні смартфони з підтримкою 4G.

### *Список літератури*

1. **Moray Rumney.** LTE and the Evolution to 4G Wireless: Design and Measurement Challenges. - 2nd Edition – 2013.- ISBN: 978-1119962571

**КРИПТОГРАФІЧНО СТІЙКІ ГЕНЕРАТОРИ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ**

Криптографічно стійкий генератор псевдовипадкових чисел (КСГПВЧ) – це генератор псевдовипадкових чисел з певними властивостями, що дозволяють використовувати його в криптографії. Багато прикладних завдань криптографії вимагають випадкових чисел, наприклад: генерація ключів; одноразові випадкові числа (nonces); одноразові шифроблокноти; сіль (salt) в схемах цифрового підпису. Вимоги до КСГПВЧ можна розділити на дві групи: по-перше, вони повинні проходити статистичні тести на випадковість; по-друге - мають зберігати непередбачуваність, навіть якщо частина їх вихідного або поточного стану стає відома криптоаналітику.

КСГПВЧ повинен задовольняти «тесту на наступний біт». Сенс тесту в наступному: не повинно існувати поліноміального алгоритму, який, знаючи перші  $k$  бітів випадкової послідовності, зможе передбачити  $k + 1$  бітів з імовірністю більше 50%. КСГПВЧ повинен залишатися надійним навіть в разі, коли частина або всі його стани стали відомі (або були коректно обчислені. Це означає, що не повинно бути можливості отримати випадкову послідовність, створену генератором, після отримання її криптоаналітиком. Крім того, якщо під час роботи використовується додаткова ентропія, спроба використовувати знання про вхідні дані повинна бути обчислювально неможлива.

Алгоритм Blum – Blum – Shub (BBS) заснований на складності рішення задачі факторизації великих чисел. Алгоритм генерує послідовність псевдовипадкових біт і складається з наступних кроків: згенерувати два великих простих числа  $p, q$ , таких, що  $p = q = 3 \pmod{4}$ ; обчислити  $M = p * q$ ; взяти велике число  $x_0$ , взаємно просте з  $M$ ; на кожному кроці генерації послідовності обчислюється число  $x_{i+1} = x_i^2 \pmod{M}$ . Результатом є останній біт числа  $x_i$ .

На сьогоднішній день цей алгоритм є найбільш надійним КСГПВЧ. Для розкриття початкового стану або вгадування наступного елемента псевдовипадкової послідовності атакуючий повинен знати числа  $p$  і  $q$ . У генератора BBS є тільки один недолік - це вкрай низька швидкість. Для збільшення продуктивності на кожному кроці генерації можна повертати замість одного,  $\log \log M$  біт. Це дозволить збільшити швидкість не знижуючи криптостійкості.

Швидшим, але настільки ж надійним способом отримання псевдовипадкової послідовності є CTR-режим шифрування блокових шифрів, або режим лічильника. Як шифрувальну функцію можна використовувати будь-який стійкий блоковий шифр, наприклад AES.

На вхід шифрувальної функції подається ключ шифрування і блок даних розміром 128 біт, що складається з випадкового бітового рядка і лічильника. На кожному кроці лічильник збільшується на одиницю, гарантуючи тим самим неповторювану послідовність блоків. Послідовність, що генерується, складається з зашифрованих блоків. Для того, щоб передбачити наступний елемент генеруємої послідовності, зловмисникові необхідно розкрити ключ шифрування, тобто задача зводиться до зламу використовуваного в схемі блочного шифру.

Алгоритм Ярроу базується на явищі ентропії та складається з 4 незалежних частин: накопичувач ентропії – збирає вибірки з джерел ентропії і поміщає їх в два пула; механізм ускладнення – періодично ускладнює ключ генератора, використовуючи ентропію з пулів; механізм генерації – генерує вихідні сигнали КСГПВЧ з ключа; механізм управління ускладненням – визначає час виконання ускладнення.

Загалом, генерація псевдовипадкових чисел стосується створення послідовності чисел, якомога більш невідмінної від випадкової. Алгоритми генерації таких послідовностей завжди актуальні та допомагають підвищити безпеку системи. Вони є незамінними для великого спектра задач, таких як шифрування, електронні підписи, цілісність інформації та ін.

*Список літератури*

1. Назаренко Ю. Л. Криптографическая стойкость генераторов случайных чисел. Алгоритм Ярроу / Ю.Л.Назаренко. – URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_30739011\\_57781960.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_30739011_57781960.pdf)

А.В. КОЗИКОВ, ст. викладач, Е.С. ЗАБЛОЦЬКА, студент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## РОЗРОБКА СИМУЛЯТОРУ РУХУ НА ОСНОВІ VOX2D З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

З розвитком космічної промисловості почали з'являтися нові летальні апарати, в тому числі на автономному керуванні. В зв'язку з цим стало питання про тестування апаратів їх поведінки в атмосфері іншої планети, з якою швидкістю вони приблизно будуть рухатись. Таке дослідження стало доступним завдяки програмі Vox2D v2.0.2.

Vox2D-є фізичним движком реального часу і працює з двомірними фізичними об'єктами. Представляє з себе бібліотеку для моделювання поведінки твердих тіл в просторі. В цій програмі об'єкт може рухатись доволі реалістично з точки зору фізики. Фізичний движок є системою процедурної анімації.

Vox2D написаний на C++. Більшість типів в движку, щоб уникнути непорозуміння, починаються із префікса «b2».

Движок Vox2d є клосплатформеним програмним забезпеченням, написаний на C++, тому може виконуватись на будь-якій платформі, на якій встановлено компілятор C++.

Движок було портовано на інші мови програмування такі як: C#, JavaScript та Delphi.

На основі цього двигуна було розроблено генетичні автомобілі (або Genetic Algorithm Car).

Генетичні алгоритми це - алгоритми пошуку, використаний для рішення задач оптимізації і моделювання шляхом варіацій шуканих параметрів випадковим способом. Це є гарним виходом, коли для рішення звичайної задачі за основу взято досвід а не опис. Вони виникли в результаті спостережень і спроб копіювання природних процесів, що відбуваються в світі живих істот. Слід звернути увагу на різну тривалість протікання згадуваних природних процесів, простіше кажучи на дуже швидку обробку інформації в нервовій системі і повільний процес еволюції. При комп'ютерному моделюванні ці відмінності не суттєвими.

Ідею генетичних алгоритмів запропонував Дж. Холанд у кінці 60-х - початку 70-х років ХХ століття. Він цікавився властивостями процесів природної еволюції. Холанд запевняв, що існує можливість скласти і реалізувати у вигляді комп'ютерної програми алгоритм, який зможе вирішувати складні задачі так, як це робить природа – шляхом еволюції.

Для рішення будь-якої задачі програмно створюється популяція, в якій кожен об'єкт має своє ДНК, схрещується, розмножується і намагається вижити в будь яких умовах існування.

Об'єкти з кожним новим поколінням еволюціонують. Якщо у першому поколінні автомобілів були відсутні колеса і вони не могли проїхати і метра, то в другому поколінні в них можуть з'явитися колеса і зовсім нова форма, а в одинадцятому поколінні машина зможе подолати великі відстані.

Фактично кожен алгоритм має здатність приймати будь які данні та самостійно навчатися. Для того щоб алгоритм зміг її прийняти мають бути сформовані належним чином.

Генетичні алгоритми не можуть дати ідеальне співвідношення, але намагаються подати максимально схожі дані.

Найголовніше шляхом перебору отримується правильна комбінація. Алгоритм завжди поділяється на три основні етапи: схрещування, селекція, формування нового покоління.

Якщо в результат не влаштовує то відбудеться вичерпання часу на мутації або кількість поколінь досягне заранне обраний максимум.

За допомогою генетичних алгоритмів і Vox2D можна тестувати не тільки літальних апаратів а і в тестуванні об'єктів для комп'ютерних ігор в реальному 3D просторі.

### Список літератури

1. Николаенко С.И. Самообучающиеся системы / С.И. Николаенко, Тульев А.Л.//М.:МЦНО, 2009.-288С.
2. Ернн Катто Vox2D v 2/Ернн Карно /2008-74с.

## Секція 14 - ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 549.5 + 549.731.13 + 549.057 + 549.08

В.П. ПОНОМАР, аспірант, О.Б. БРИК, чл.-кор. НАН України, професор  
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. СЕМЕНЕНКА НАН України

### МАГНЕТИЗУВАЛЬНИЙ ВИПАЛ ЗАЛІЗНИХ РУД РІЗНОГО ТИПУ ПІД ВПЛИВОМ ВІДНОВНИКІВ ТА ТЕМПЕРАТУРИ

Україна знаходиться на одному з перших місць в світі за запасами залізних руд, основу яких складають магнетитові та гематитові кварцити. Магнетитові кварцити легко піддаються збагаченню методом магнітної сепарації та широко використовуються для виготовлення залізорудних концентратів, тому їх запаси невідворотно вичерпуються. Гематитові кварцити, які часто видобуваються водночас з магнетитовими кварцитами та непридатні для збагачення методом магнітної сепарації, складуються займаючи велику площу продуктивних земель та створюючи екологічні проблеми. Отже, на сьогоднішній день, існує велика кількість запасів перспективної залізорудної сировини, яка може бути використана в промисловості.

Одним з методів збагачення такої сировини може бути магнетизувальний випал у поєднанні з магнітною сепарацією. Цей метод заключається у перетворенні слабомагнітних мінералів заліза (гетит, гематит) на сильномагнітний магнетит. Новоутворений магнетит може бути вилучений за допомогою магнітної сепарації. Магнетизувальний випал використовувався у минулому столітті у Кривому Розі, однак забруднення повітряного басейну пиловими викидами і великі економічні витрати спричинили консервацію відповідних підприємств.

Отже, для збагачення гематитових та гетитових руд методом магнетизувального випалу необхідне удосконалення технології, а саме зменшення собівартості такого типу переробки та зменшення шкідливих викидів. Перспективним для вирішення цих проблем може стати використання сучасних газогенераторів, які дають змогу зменшити кількість викидів в атмосферу та понизити робочі температури. Також, перспективним може бути використання у якості палива різного роду матеріалів, в тому числі відходів та біомаси. Незважаючи на промисловий досвід в застосуванні магнетизувального випалу, багато питань, які його стосуються, залишаються відкритими, а саме: кінетика реакцій, вплив розміру частинок, тривалості експерименту та інших факторів для перетворення гематиту на магнетит.

За участі авторів експериментально з'ясовано закономірності перетворення структури та магнітних властивостей природних та синтетичних залізозмісних мінералів під впливом зовнішніх факторів (відновники, температура). Відновлення різних типів залізних руд проводили: 1) шляхом змішування руди з вуглеводами та термічною обробкою суміші у кварцевому реакторі; 2) термічною обробкою зразків в атмосфері, що містить монооксид вуглецю.

Зокрема визначено, що термічна обробка гематиту та гетиту в присутності вуглеводів призводить до їх часткового або повного перетворення на магнетит. Відновлення гематиту з вуглеводами починається за  $\sim 350$  °С, а відновлення синтетичного гетиту починається за  $\sim 260$  °С (природного гетиту – 420 °С і більше). Намагніченість насичення після відновлення значно зростає з  $<1$  А·м<sup>2</sup>/кг до 70 А·м<sup>2</sup>/кг для магнетиту отриманого з синтетичного гетиту.

Також перетворення проводили шляхом обробки зразків в атмосфері, що містить монооксид вуглецю, за 500 °С протягом 40 хв. Монооксид вуглецю отриманий шляхом повільного продування повітря через шар активованого вугілля, нагрітого до 750 °С. Під впливом отриманої суміші газів, гематит перетворюється на магнетит, що показано за допомогою термомагнітного аналізу та дифракції рентгенівських променів. Намагніченість насичення отриманих зразків збільшується до 60-80 А·м<sup>2</sup>/кг у порівнянні з початковою намагніченістю  $<1$  А·м<sup>2</sup>/кг. Гематит повністю відновлюється до магнетиту при подрібненні до розмірів 0.05-0.25 мм. Збільшення тривалості термічної обробки більше 40 хв не змінює намагніченість отриманих зразків.

Проведені експерименти показують, що гематит та гетиту у складі залізних руд різного типу можуть бути досить легко перетворені на магнетит. Умови такого перетворення можуть бути економічно та екологічно більш доцільними, у порівнянні з тими, які використовувалися у ХХ ст. Крім того, отримана інформація може бути використана при вирішенні фундаментальних проблем, пов'язаних з вивченням механізмів і процесів перетворення властивостей оксидів та гідроксидів заліза, та прикладних задач, пов'язаних з виробництвом залізорудних концентратів з бідних окислених залізних руд.



**ВИКОРИСТАННЯ ТОНКОГО ГРОХОЧЕННЯ В УМОВАХ ПРАТ ПІВНІЧНОГО ГЗК**

В даний час актуальною проблемою для гірничо-металургійної галузі світу, і зокрема нашої країни є підвищення конкурентоспроможності товарної продукції. Основними вимогами, висунутими підприємствами, є зростання продуктивності, підвищення якості продукції, що випускається, зниження виробничих витрат і зменшення впливу на навколишнє середовище. При цьому спостерігається зростання світових цін на енергоносії, збільшення вартості сировини і металургійного переділу. В сучасних умовах жорсткої конкуренції більшість гірничо-збагачувальних підприємств ведуть пошук високоефективних технологій для удосконалення своїх виробничих потужностей. Одним із шляхів вирішення даної задачі є впровадження операції тонкого грохочення.

В Україні працюють 5 гірничо-збагачувальних комбінатів і гірничо-збагачувальний комплекс у складі ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» з переробки магнетитових кварцитів. Для визначення можливості впровадження операції тонкого грохочення в технологію збагачення магнетитових кварцитів з використанням грохотів «Derrick» були проведені дослідження на рудах «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПВДГЗК, ППВНГЗК. Дослідження по впровадженню тонкого грохочення на ряді підприємств при малих капітальних витратах дозволило досягти підвищення вмісту заліза в магнетитових концентратах від 1,7% до 2,7%.

В умовах ПРАТ "ППВНГЗК" проводили дослідження за двома напрямками: 1. використання тонкого грохочення для стадіального виведення готового продукту по крупності перед останньою стадією подрібнення. 2. Застосування тонкого просівання в замкнутому циклі подрібнення замість гідроциклонів. Напрямок наших досліджень – можливість застосування тонкого грохочення для підвищення якості готового концентрату. У роботі використовували розкриття мінералів, ситові характеристики та розподіл заліза в класах крупності магнетитових продуктів. Лабораторні дослідження проводили на рудах поточного видобутку. За мінеральним складом вихідна руда представлена кварцом 49,9%, магнетитом -32,35%. Гематит, кальцит, силікати складають 17,75%. Коефіцієнт розкриття мінералів в пробі руди низький, становить для кварцу 6,44%, магнетиту -5,53, гематиту – 6,87%. У процесі збагачення кількість тонкого класу збільшується, що підтверджується графіком розкриття мінералів за стадіями збагачення. Продукт четвертої стадії магнітної сепарації представлено на 84,97% магнетитом. Вміст нерудних мінералів в пробі 13,3%. Вільного кварцу трохи більше 8%, він знаходиться в зростках. Коефіцієнт розкриття мінералів в матеріалі проби концентрату магнітної сепарації четвертої стадії: кварц 38,22%, магнетит 79,8%, гематит 83,87%. У пробі продукту четвертої стадії магнітної сепарації класи крупності мінус 0,045 мм містять заліза від 67,42%. Вихід цього класу дорівнює 94,23%. Масова частка заліза в концентраті діючої фабрики 65%. Дана якість не задовольняє вимогам ринку до товарної продукції, тому ми розглянули можливість установки високочастотного грохоту після 4 стадії магнітної сепарації з розсівом по класу 0,045 мм. Аналіз результатів показав, що підвищення заліза в підрешетному продукті може бути досягнуто вище 67,0%. Перед тонким грохоченням передбачена операція розмагнічування, яка дозволяє дефлокулювати продукти та збільшує ефективність грохочення, по-друге, звільняє захоплені нерудні зерна з флокулами, а також покращує процес фільтрування. Приріст масової частки заліза в підрешетний продукт становить понад 1,5%. Так як живий перетин сита з літературних джерел становить від 32 до 43%, то в надрешітному продукті присутня значна кількість дрібних класів. Цим же пояснюється і висока масова частка заліза в надрешітному продукті 63,96%. Тому в запропонованій схемі обов'язкова установка класифікації надрешітного продукту в гідроциклоні. Піски гідроциклону направляються на іншу секцію в 3-стадію подрібнення. Для отримання концентрату з масовою часткою заліза 68% необхідна п'ята стадія магнітної сепарації.

Рекомендується виконати ТЕО і провести більш глибокі дослідження з розробки оптимального режиму грохочення і впровадження тонкого грохочення на кінцевій стадії збагачення

К.В. НИКОЛАЄНКО, канд. техн. наук, доцент, І.М. КОЗЄСВ, магістр  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ТЕХНОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ГЕМАТИТОВИХ РУД НА ОСНОВІ ЇХ ЗБАГАЧУВАНOSTI

Залучення до промислової переробки гематитових руд, які попутно видобуваються при розробці родовищ магнетитових руд, є актуальним, так як вони є додатковим джерелом виробництва товарної продукції.

Особливістю гематитових руд є, велика кількість їх різновидів, які суттєво відрізняються мінеральним та хімічним складом. Це ускладнює розробку більш менш універсальної технології їх переробки.

Тому доцільно визначити та скомпонувати групи різновидів гематитових руд, з яких можливо при збагаченні отримати близькі кількісно-якісні показники.

Аналіз сировинної бази у вигляді гематитових руд (на прикладі Інгулецького родовища) показав, наявність їх у вигляді 13 різновидів, які суттєво відрізняються за мінеральним складом. Це може суттєво вплинути на показники їх подальшого збагачення.

Мінералогічний аналіз різновидів показав, що в складі гематитових руд можна виділити чотири основні групи мінералів: зернисті рудні мінерали, тонкодисперсні рудні мінерали, мінерали групи кварцу, інші мінерали.

Вибір раціональної технології збагачення руд ґрунтується на використанні значних градієнтів фізичних властивостей мінералів, що розділяються. Такі градієнти між рудними і нерудними мінералами гематитових руд родовища існують по їх щільності, питомій магнітній сприйнятливості та флотуємості.

Щільність мартиту і залізної слюдки становить 5150-5200 кг/м<sup>3</sup>, гетиту і лепідокрокіту - 4000-4400 кг/м<sup>3</sup>, мінералів групи кварцу практично в два рази нижче - від 1900-2200 кг/м<sup>3</sup> (опал) до 2650 кг/м<sup>3</sup> (кварц). Таким чином, збагачення руд з використанням гравітаційних апаратів може бути ефективним.

Рудні і нерудні мінерали гематитових руд значно відрізняються за питомою магнітної сприйнятливості. Мартит, залізна слюдка, гетит і лепідокрокіт відносяться до феримагнетиків, мінерали групи кварцу - до діамагнетиків. Отже, виділення залізозмісних мінералів можливо проводити методом «мокрою» магнітної сепарації.

Мінерали групи кварцу, з одного боку і рудні мінерали з іншого, мають різні флотаційні характеристики.

Було проведено дослідження по збагачуємості різновидів гематитової руди Інгулецького родовища, з використанням гравітаційного, магнітного, флотаційного та комбінованих: магнітно-гравітаційного і магнітно-флотаційного методів.

По результатам досліджень пропонується скомпонувати 13 існуючих різновидів в три мінералого-технологічні сорти гематитової сировини.

Руди першого сорту характеризуються високою збагачуваністю. До них належить переважна більшість мінеральних різновидів гематитових руд вивченого покладу. З них можливо виробництво концентрату із загальним вмістом заліза 67-68%.

За значеннями виходу концентрату руди першого сорту можна розділити на три підсорти:  
забезпечують вихід концентрату понад 50%;  
то ж в межах 30-35%;  
то ж в межах 20-30%.

До руд другого сорту рекомендовано віднести вивітрені породи сланцевих пластів. Вони також легко збагачуються. З них можливо отримати концентрат з загальним вмістом заліза до 66,4%, але внаслідок низького вмісту мартиту вихід концентрату зі сланців становить 10-16%.

До руд третього сорту відносяться бурі залізнякаві руди, які внаслідок особливостей мінерального складу і структури можна віднести до тих, що практично не піддаються збагаченню з використанням гравітаційного, магнітного і комбінованих методів. З них можливо отримати концентрат з вмістом заліза загального не більше 55,1%.

Н.В. КУШНІРУК, канд. техн. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВИДОБУТИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН З КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ**

З кожним роком попит на мінеральну сировину в усьому світі зростає, а кількість розвіданих природних родовищ прогресивно знижується. Але зростає число техногенних утворень, які негативно впливають на зовнішню середу регіону, більшість з яких можна розглядати в якості потенціальної джерела сировини.

Одним з шляхів зниження кількості вторинної продукції і економії сировинних ресурсів є комплексне використання природних ресурсів. Цей принцип лежить в основі раціонального використання природних багатств, максимального обмеження можливих негативних наслідків техногенного впливу на навколишнє середовище. Проте сучасне законодавство та рівень розвитку техніки і технологій не дозволяє здійснити це у повному обсязі. Тому процес переробки сировини можна розділити на два етапи: максимальне вилучення основного компоненту; залучення до виробництва відходи, одержаних після вилучення основного компоненту з метою отримання з них товарну основної чи додаткової продукцію.

Співробітниками кафедри збагачення корисних копалин і хімії ДВНЗ «Криворізький національний університет» була розроблена технологічна схема з переробки заскладованих відходів мокромо магнітного збагачення магнетитових кварцитів ПрАТ «ПівнГЗК», що дозволяє отримати будівельний пісок з масовою часткою заліза 2,1 % при виході 11,9 %, залізовмісний продукт з масовою часткою заліза 35,5 % при виході 28,7% та будівельний пісок з масовою часткою заліза 4,0 % при виході 59,4%. Основною операцією збагачення в розробленій технології запропонована поліградієнтна сепарація.

Випробування проводились за різними схемами збагачення: з попередньою класифікацією і без класифікації вихідних відходів; з доподрібненням і без доподрібнення крупної і дрібної фракції відходів до різної крупності.

Аналіз результатів досліджень показав, що 71,3 % від вихідного продукту вже є готовою продукцією і тільки 28,7% необхідно направити на дозбагачення з метою отримання товарного матеріалу.

На території Криворізького залізорудного басейну крім ПрАТ «ПівнГЗК» працюють ще чотири гірничо-збагачувальні комбінати, які за роки роботи заскладували понад 500 млн. т відходів збагачення і щорічно збільшують цю позначку на десятки мільйонів тон. Кожний комбінат на теперішній час має перед собою не вирішену проблему пов'язану з подальшою експлуатацією хвостосховищ: по-перше це відсутність вільної землі для розширення їх прощі, а по-друге - негативний їх вплив на екологію району.

Рішення цих проблем необхідно поділити на дві складові – науково-технологічну та правову.

Науково-технологічна складова полягає у детальному вивченні техногенної родовищ, а саме: гранулометричний, мінералогічний, хімічний склад, фізичні властивості відходоутворюючих мінералів, особливості наміву пляжів хвостосховищ. Це є основою для розробки технології комплексної переробки техногенної сировини з мінімальною кількістю утворення вторинних відходів. А також дозволить зробити реєстри техногенних накопичень вторинної мінеральної сировини з подальшою апробацією запасів в Державній комісії по запасах України та внесенням їх до Державного кадастру родовищ.

Правова складова полягає у внесенні змін до Закону України «Про відходи» (1998 р.) щодо забезпечення доступу фахівців з різних галузь знань на техногенні об'єкти, що відносяться до приватної власності для безперешкодного і детального вивчення кожне техногенне родовище.

Таким чином, після вирішення цих складових можливе залучення до комплексної переробки заскладованих відходів та відходів поточного видобутку з метою отримання максимальної кількості товарної продукції та зниження негативного впливу на навколишнє середовище регіону.

Л.В. СКЛЯР, канд. техн. наук, доцент, К.С.БАТУРІН, магістр  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ВПЛИВ ІОННОГО СКЛАДУ ЗВОРОТНОЇ ВОДИ НА ЗБАГАЧЕННЯ ЖОВНОВИХ ФОСФОРИТОВИХ РУД

Фосфоритові руди є основним джерелом для виробництва фосфорних добрив і фосфору. При збагаченні утворюється велика кількість технологічних стічних вод, забруднених механічними домішками, водорозчинними солями мінералів і флотореагентами. Некомпетентність у основних закономірностях формування іонного складу зворотної води в замкнутому циклі водооберта при її неодноразовому використанні, а також недолік даних про вплив шламів і іонів на технологічний процес збагачення, стримує впровадження безстічних систем зворотного водопостачання на фабриках по збагаченню жовнових фосфоритових руд.

Принцип створення схем зворотного водопостачання при збагаченні фосфоритових руд в нашій країні і за кордоном ґрунтується на використанні хвостосховища як очисної гідротехнічної споруди. Крім очищення вода хвостосховищ є потужним буфером, що забезпечує стабілізацію іонного складу зворотної води. У хвостосховищі відбувається і часткове очищення промислових стоків від окремих іонів в результаті випадання осаду, завдяки іонообмінним властивостям деяких мінералів, а також окислення (розкладання) реагентів.

Мета роботи - встановлення в процесі експериментальних досліджень впливу іонного складу зворотної води на збагачення жовнових фосфоритових руд.

За результатами хімічного аналізу були встановлені в оборотній воді іони  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ . Встановлено, що при збільшенні вмісту в воді іонів  $\text{Ca}^{2+}$  понад 10 мг / л призводить до різкого зниження вилучення  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Сорбція  $\text{Ca}^{2+}$  поверхнею мінералів при оптимальному для флотації значенні рН 9,5 згладжує відмінність в поверхневих властивостях мінералів. У присутності іонів кальцію подвійний електричний шар у всіх мінералів стискається - абсолютна величина  $\xi$ -потенціалу зменшується до деякого мінімального значення в області концентрації кальцію 12-20 мг / л. Іони кальцію на поверхні кварцу, глауконіту є центрами сорбції аніонного збирача і така зміна поверхневих властивостей цих мінералів в присутності іонів кальцію виражається в порушенні процесу селективної флотації  $\text{P}_2\text{O}_5$  з руди. Дослідження впливу іонів кальцію (5 - 35 мг / л) на процес флотації дозволили встановити, що при вмісті іонів кальцію в оборотній воді більше 15 мг / л якість концентрату знижується.

Встановлено, що зі збільшенням залишкової концентрації відбувається зниження концентрації іонів хлору. Поліноміальна залежність підпорядковується рівнянню:  $Y = -24,868x^2 + 79,813x + 0,0571$  з величиною достовірності апроксимації  $R^2 = 0,9771$ . За результатами хімічного аналізу виявлено, що збільшення іонів жорсткості  $\text{Mg}^{2+}$  у воді призводить до порушення селективності процесу. Це пояснюється тим, що іони жорсткості пов'язують молекули збирача в нерозчинні солі і знижують його флотоактивність. У присутності сульфат-іона піноутворююча здатність МСТМ кілька збільшується і, що особливо важливо, різко зменшується швидкість руйнування піни. Процес руйнування піни пов'язаний з міцністю адсорбційних шарів на межі розподілу рідина-газ. Характерною особливістю сульфат-іона є їх переважне входження в поверхневий шар і здатність до зміцнення сольватно-адсорбційних шарів внаслідок значної енергії гідратації. Ця особливість сульфат-іона пояснює зниження швидкості руйнування піни при флотації в зворотній воді. Вивчення моделі флотації фосфоритів в умовах замкнутого водооберту при іонообмінному кондиціонуванні води після відстоювання показало позитивний вплив, як на формування складу та технологічних властивостей зворотної води, так і на показники селективної флотації, що полягає в стабілізації вмісту сульфат-іонів в оборотній воді.

Таким чином, роботу рекомендується продовжити в напрямку вивчення впливу органічних домішок і розробці вимог до якості зворотної води.

Л.В. СКЛЯР, канд. техн. наук, доцент, О.М. ОЛІЙНИК, ст. викладач  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### ТЕХНОЛОГІЯ ЗБАГАЧЕННЯ ЗОЛОШЛАКІВ ЗЕЛЕНДОЛЬСЬКОЇ ТЕС З ОТРИМАННЯМ АЛЮМОСИЛІКАТНИХ МІКРОСФЕР

Переробка твердого палива пов'язана зі значним виходом мінеральних відходів. На сьогоднішній день в відвалах чотирнадцяти ТЕС України акумульовано 358,8 млн т золошлаків на площі 3170 га. Зола більшості видів палива на 98-99% складається з вільних і пов'язаних в хімічні сполуки оксидів кремнію, заліза, алюмінію, кальцію, магнію, калію, натрію, титану, сірки. З мікрокомпонентів в золі містяться: бор, молібден, германій, галій, уран, миш'як, ванадій, ртуть, цинк, свинець, нікель, кобальт, фтор і інші. З огляду на речовий склад і фізико-механічні характеристики мінеральних частин згорілого палива, відходи ТЕС можна розглядати як складне техногенний сировину, придатну для переробки відомими методами

Рівень переробки та використання золошлакових відходів (ЗШВ) за останні 10 років коливався від 3 до 13% їх річного виходу. При цьому використовуються традиційні технології (обвалування дамб, планування території, виробництво дрібноштучних будівельних виробів і так далі). Частина використання ЗШВ в США становить 22%, в Китаї - 25%, в країнах ЄС - 90%. Виходячи з науково-дослідних розробок і практичного досвіду по утилізації золошлакових відходів можливо виділити такі методи збагачення шлаків ТЕС: суха і мокра магнітна сепарація; флотація; хімічне збагачення.

В ході вивчення золошлакового матеріалу встановлено, що в їх складі можна виділити три групи речовин: кристалічні, склоподібні та органічні. Основний інтерес представляє виділення алюмосилікатних мікросфер, кремнезему ( $\text{SiO}_2$ ), глинозему ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

На підставі виконаних пошукових досліджень по магнітному збагаченню і флотації була розроблена комплексна технологія збагачення з отриманням залізо, вугілля - і алюмосодержащих продуктів. Вихідний шлак (-10 + 0 мм) піддається захисному просівання на вібраційному гуркоті щоб уникнути попадання сторонніх предметів в процес. Шлакова фракція відходів, розміром мінус 10 + 2,5 мм виводиться зі схеми грохоченням. При подальшій класифікації підRESHETNOГО продукту в гідроциклонах вугільні зерна і безбарвні мікросфери, густиною менше 1000 кг /м<sup>3</sup> йдуть в зливний продукт гідроциклону, а з пісків гідроциклону грохоченням отримана шлакова фракція 2,5-1,0 мм, яка може бути використана, як абразивний порошок для обробки металевих поверхонь струминними апаратами. Магнітне збагачення підRESHETNOГО продукту дозволяє отримати залізовмісний продукт з масовою часткою заліза 35-42%. Немагнітні продукти представлені на 60-65% мікросферами, в основному чорного і чорно-білого кольору, 28-30% силікатним склом і 4-6% вугільними зернами. На підставі досліджень згущення продуктів переробки відходів, рекомендується два прийоми згущення. Для отримання вугільного концентрату з масовою часткою золи не більше 15% була розроблена і випробувана схема збагачення флотації немагнітного продукту відходів. Алюмосилікатні мікросфери представляють собою порожнисті тверді частинки малого розміру від 5 до 500 мкм. При згорянні частинок вугілля домішки оксиду алюмінію, кремнію та інших елементів, при високій температурі утворюють складні силікати, що приймають в розплавленому стані сферичну форму за рахунок розчинених у силікату газів. Комплексна переробка золошлакових відходів ТЕС дозволить вирішити завдання захисту навколишнього середовища, отримання нових джерел дефіцитного мінеральної сировини і матеріалів. Мікросфери - унікальний матеріал, який уже понад 30 років використовується в самих різних галузях промисловості: нафтова промисловість, будівництво, кераміка, автомобілебудування. Золошлакові відходи, як товарний продукт сам по собі нічого не варті, оскільки витрати на їх виготовлення, транспортування вже оплачені її споживачами. Матеріали досліджень будуть використані при розробці технологічного завдання на проектування збагачувального комплексу.

**ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗБАГАЧЕННЯ МАРГАНЦЕВИХ ШЛАМІВ**

За останні роки питання переробки марганцевих шламів є досить актуальним. При збагаченні марганцевих руд за принциповими схемами у шламосховищах, за роки експлуатації комбінатів, накопичилось велика кількість шламів. Збільшення обсягів шламів чинить негативний вплив на навколишнє середовище в регіоні, тому виникає необхідність їх подальшого збагачення з використанням різних методів. Успішне вирішення даної проблеми засноване на використанні передових розробок в галузі переробки марганцевих руд. Існуючі дослідження ґрунтуються не тільки на підвищенні технологічних показників але і на зменшенні витрат при вилученні марганцю зі шламів.

Техногенні родовища марганецьвмісних шламів, що з'явилися за останні десятиріччя є результатом інтенсивного розвитку гірничої промисловості. Існуючі технології переробки марганцевої руди дозволяють отримати концентрати з вилученням до 75%, але близько 25% марганцю переходить у хвосты збагачення як втрати. За часи розробки Нікопольського родовища марганцевих руд в шламосховищах утворилась велика кількість шламів з вмістом марганцю 10-12% [1].

В більшості випадків марганцеві шлами збагачуються магнітною сепарацією. Із використанням магнітного збагачення зі шламів крупністю -0,5-0 мм можливо отримати багатий промпродукт за один прийом з вмістом марганцю до 29,4% при вилученні до 44,1% та 30,2% у два прийоми з переміщенням магнітної фракції при вилученні 39,4%. При окремому збагаченні шламів крупністю 0,5-0,044 мм та 0,044-0 мм вміст марганцю у концентратах нижче але сумарне вилучення вище. При збагаченні зернистих класів за один прийом отримано концентрат з масовою часткою марганцю 28,0% при вилученні 57,8%, за два прийоми – вміст марганцю 30,1% при вилученні 51,3%. При виконанні цих досліджень використовувалась стендова установка з магнітним сепаратором з феромагнітними зубчастими пластинами. Але при аналізі досліджень з'ясовано, що концентрат, отриманий при використанні феромагнітних пластин містить 30,2% марганцю, тобто 92,9% від теоретично можливого при колективному магнітному збагаченні. Переміщення цього концентрату на сепараторі з магнітною індукцією поля 0,8 Тл дає змогу отримати концентрат з вмістом марганцю 31,2%, але вилучення складає тільки 17,2% [1].

Відома також технологія, яка передбачає переробку марганцевих шламів по комбінованим схемам, в яких використовуються гідрометалургійні методи збагачення. При цьому запропоновано шлами піролюзит – псиломеланового складу збагачувати спочатку механічними способами, а потім дозбагаченням отриманих промпродуктів, що містять 30,4% марганцю хімічними методами з попереднім відновлювальним випалом. Так як отриманий промпродукт не задовольняє вимогам, що пред'являють споживачі продукції по фосфорному модулю та вмісту марганцю то подальше його механічне збагачення, на думку авторів, не доцільне через те, що при підвищенні вмісту марганцю в кінцевому продукті знижується його вихід. В зв'язку з цим і запропоновано після допідприємства промпродукту перероблювати його гідрометалургійними методами [2].

Залучення у переробку марганцевих шламів дозволить значно скоротити витрати на видобуток руд, розвідку нових та експлуатацію діючих родовищ, підтримати потужності діючих підприємств за рахунок переробки вже видобутої сировини та звільнити займані ними землі з подальшою рекультивацією та ліквідацією джерел забруднення.

*Список літератури*

1. Олейник Т.А. Исследование обогатимости и переработки марганцевых шламов Чкаловской обогатительной фабрики / Т.А. Олейник, Л.Л. Куцевол, И.С. Ермоленко // Вісник КТУ. – Кривий Ріг: КТУ. 2010. – Вип. 26. С. 279 – 284.
2. Дзюба О.И. Разработка комбинированной технологии обогащения марганцевых шламов / О.И. Дзюба, Т.П. Ярош // Вісник КТУ. – Кривий Ріг: КТУ. 2006. - № 4(14). С. 74 – 78.

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ОБОГАЩЕНИИ**

Эффективность металлургического производства находится в прямой связи от качества исходного железорудного сырья, которое является продуктом многозвеньевого обогатительного процесса. В этом процессе гравитационное разделение пустой породы и минералов, содержащих полезный компонент, занимает значительное место.

Низкая себестоимость гидравлического обогащения обеспечивается применением обесшламливающих аппаратов, в которых формирование разделяющих потоков зависит от характера и способа исходного питания. Известно, что из всех технологических процессов, которые используются при обогащении полезных ископаемых, классификация по крупности и по плотности исходного материала проходит наиболее медленно. Поэтому, повышение эффективности этого процесса и его интенсивности – одни из главных задач современного гидравлического обогащения.

Исследования показали, что эффективность гравитационного обогащения определяется влиянием ряда факторов. Среди которых: физико-механических свойств исходного сырья, соотношения руда-вода в исходной пульпе, объемах подачи ее приемную емкость, и как основной фактор – формирование потока исходной пульпы. Последний, как показывают ряд экспериментов, может в значительной мере улучшить качество сгущенного продукта путём минимизации содержания в нем мелкодисперсных и шламистых частиц, а также улучшить качество слива для возможного его повторного использования. Также установлено, что помимо физико-механических свойств обогащаемого сырья, гранулометрического состава частиц твердой фазы пульпы, эффективность обогащения определяется направлением разгрузки исходного питающего потока и глубиной положения его выходного устья.

Моделирование процесса разделения компонентов исходного сырья показывает, что исходное питание позволяет сформировать картину движения минеральных частиц различной плотности и гранулометрического состава. Подача пульпы осуществляется в двухфазной среде, которая по вертикали приемной емкости имеет различную плотность. Анализ процесса моделирования показал, что параметры направленного потока питания сгустителя, а также глубина размещения питающего устройства в приемной емкости, определяет эффективность технологического процесса.

Короткий период протекания процесса разделения исходного продукта предопределяет необходимость решения научной задачи повышения эффективности разделения обогащения железосодержащего продукта. Выполненные исследования показали, что повышение разделяющей способности питающего устройства в дешламаторе может быть достигнуто за счет изменения пространственной ориентации потока и придание ему горизонтально-ориентированного вектора направления движения.

Анализ физического процесса, имеющего место при осаждении твердых частиц, показывает, что на скорость частицы, содержащейся в пульпе при выходе из питающего устройства, накладываются скорости перемещения пульпы в ванне дешламатора. Горизонтально-ориентированный поток пульпы, выходя из питающего устройства, разделяется на две части. Одна часть потока направляется вверх, к сливу дешламатора, а другая - вниз, к выходу загущенного продукта.

Исходя из указанных предпосылок, необходима разработка математической модели, которая должна позволить прогнозировать процесс перемещения частиц в зависимости от их плотности и гранулометрического состава в зону осаждения в пески дешламации для последующего обогащения. Разработанная математическая модель гравитационного обогащения железорудного сырья позволит прогнозировать вектор направления движения частиц твердой фазы при сгущении железосодержащего продукта и удалении пустых пород в качестве хвостов обогащения в зависимости от пространственной ориентации питающего патрубка.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЧАСТИЦ ПИТАЮЩЕГО ПОТОКА ПУЛЬПЫ НА  
ВЫХОДЕ ИЗ РАДИАЛЬНО-КРУГОВОГО ПИТАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЕШЛАМАТОРА**

Процесс разделения компонентов рудного сырья в магнитных дешламаторах достаточно сложен и его эффективность зависит от многих факторов, которые определяют как качество сгущенного продукта, так и слива. Одним из основных факторов, определяющих эффективность дешламации, является процесс распределения частиц твердой фазы железорудной пульпы, который реализуется за счет гидродинамического взаимодействия двух сред: потока исходного питания в виде "затопленной струи" и пульпы, находящейся в чане дешламатора.

Взаимодействие указанных сред предопределяет возникновение вихревых потоков, благодаря которым происходит осаждение частиц высокой плотности, формирующих сгущенный продукт, а также вынос частиц низкой плотности в слив.

Определение параметров потоков, формирующихся в чане дешламатора, позволяет прогнозировать эффективность процесса в зависимости от физико-механических свойств исходного сырья и его гранулометрического состава.

В частности, определяя скорость частиц твердой фазы пульпы исходного сырья, становится возможным выяснить их поведение и, соответственно, определить прогнозные показатели гравитационного обогащения с учетом пространственной ориентации исходного потока. Это позволит выбрать технологические параметры, на основании которых будут обеспечены как максимальное содержание полезного компонента в сгущенном продукте, так и минимальное содержание его в сливе.

В настоящее время задачи, связанные с повышением качества концентрата в дешламаторах, решались за счет изменения конструкции самого аппарата или изменения характеристик питающей пульпы. Вниманию потоку пульпы внутри чана дешламатора, в частности, движению частиц питающей пульпы, уделялось недостаточно. В основном рассматривалась картина движения частиц различной плотности и размера под влиянием восходящих и нисходящих потоков, скорость которых может быть больше или меньше скорости витания этих частиц. Вместе с тем, движение частиц твердой фазы пульпы не рассматривалось в пространственных координатах. Считаем, что такой подход к поставленной проблеме позволил бы определить границу эффективного разделения компонентов пульпы и скоростной режим подачи пульпы, а также выбрать оптимальные геометрические параметры дешламатора и заглубление загрузочного устройства исходного питания.

В результате исследований, применительно к существующим конструкциям дешламаторов, был предложен новый способ дешламации магнетитовых кварцитов, основанный на пространственном распределении питающей пульпы по направляющим, которые закреплены внутри чана аппарата.

Установлено, что эффективность процесса обогащения обеспечивается за счет распределения частиц твердой фазы пульпы по направляющим, которые, в свою очередь, служат для осаждения на них частиц высокой плотности и предотвращения их попадания в сливную часть аппарата, а также сведение к минимуму вероятность захвата частиц с низкой плотностью в сторону донной (разгрузочной) части дешламатора.

Изучая поведение единичной частицы в момент времени, можно прогнозировать поведение всего питающего потока. Это позволит с точностью предопределить качество функционирования дешламатора, а именно – уменьшить потери полезного компонента в сливе и загрязнение сгущенного продукта пустыми породными шламами.

Выполненные исследования динамических характеристик процесса образования сгущенного продукта при обогащении железорудного сырья в дешламаторах показал, что необходимо учитывать поддержание рационального баланса потоков осаждающихся рудных частиц и направленных в слив породных частиц. Этот баланс должен обеспечивать максимально возможное предупреждение засорения сгущенного продукта пустыми породами и минимизацию потерь рудных железосодержащих частиц.



**УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ЖЕЛЕЗА МАГНИТНОГО  
В ПРОБАХ РУДЫ**

Одним из основных показателей, характеризующих обогатительный процесс, является показатель извлечения полезного компонента и его массовая доля в промежуточном продукте или концентрате. Применительно к железным рудам, содержание массовой доли железа в зависимости от вида и стадии технологического процесса говорит о том, достигнуты ли максимальные показатели извлечения или необходимо выполнение дополнительной доочистки путем магнитной сепарации или дешламии.

Контроль качества массовой доли железа необходимо осуществлять на всех стадиях технологического процесса и выполняется в соответствии с принятыми правилами и периодичностью пробоотбора.

На горно-обогатительных комбинатах нашли широкое применение приборы контроля массовой доли железа магнитного, которое включает источник стабилизированного постоянного тока, соединенный с электромагнитной катушкой, которая снабжена экраном-магнитопроводом. Внутри катушки помещена проба в цилиндрической кювете из немагнитного материала, которая соединена с измерительным устройством и блоком визуализации.

Устройство имеет сложную кинематическую схему, которая предусматривает необходимость взаимодействия со штоком, который опирается опорным венцом в стальную цилиндрическую пружину с нижним неподвижным концом. Нижняя часть штока жестко сочленяется с плунжером дифференциально-трансформаторного датчика. При питании катушки напряжением постоянного тока в ее полости создается магнитное поле. Для создания постоянного градиента магнитного поля в зоне расположения кюветы с пробой, в нижней части полости катушки устанавливается ферромагнитный сердечник. Проба ферромагнитного материала втягивается в полость катушки, сжимая пружину, перемещает плунжер датчика. Величина перемещения плунжера дифференциально-трансформаторного датчика является полезным сигналом, характеризующим массовое содержание магнитного железа в пробе.

Недостаток указанного экспресс-анализатора заключается в том, что полезным сигналом, характеризующим массовое содержание магнитного железа в пробе, является величина перемещения пробы пропорциональная тяговому усилию, действующему на пружину, пропорциональное величине перемещения кюветы с пробой под действием магнитного поля. Перемещение пробы в процессе измерения накладывает жесткие требования на величину и постоянство градиента магнитного поля на участке ее перемещения, а наличие нестандартного элемента – пружины вносят дополнительную погрешность в результаты измерений.

В разработанном решении вместо пружины, воспринимающей тяговое усилие, действующее на пробу, используется стандартный сертифицированный силоизмерительный элемент, а в нижнюю часть полости катушки вдоль ее оси вместо ферромагнитного сердечника помещают до упора с силоизмерительным элементом цилиндрический опорный стержень из немагнитного материала, на верхний торец которого устанавливают кювету с пробой. В процессе измерений тяговое усилие, действующее на кювету с пробой, передается силоизмерительному элементу, при этом кювета с пробой остается неподвижной. Изменением положения кюветы в процессе измерений, за счет упругости элементов силоизмерителя и стержня из немагнитного материала, можно пренебречь по сравнению с изменением положения кюветы с пробой в процессе измерений (полезный сигнал) на десятки миллиметров в известном устройстве. Таким образом, предложенная конструкция устройства позволяет исключить влияние на точность измерений изменение напряженности магнитного поля при перемещении кюветы с пробой, а также погрешность, вносимую пружиной.

В предлагаемом устройстве напряженность поля и его градиент в процессе измерения в зоне расположения кюветы с пробой остаются постоянными. Параметры электромагнитной катушки выбираются из условий получения планируемой (в зависимости от содержания магнитного железа в контролируемых пробах) напряженности магнитного поля в ее полости и массы контролируемой пробы.

В.О. БИЧКОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., Ю.Ю. РЕУТСЬКА, ст. викладач  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

### ПРАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ КАРТИ КОМПЕТЕНЦІЙ

Приймаючи на роботу випускника навчального закладу, керівники все частіше оцінюють його за тими або іншими критеріями, застосовуючи сучасні методи оцінки персоналу. З метою правильної постановки задачі перевірки кандидатів на посаду доцільно орієнтуватися на профіль посади, тобто опис компетенцій, досвіду та анкетних даних. На підставі ряду компетенцій складається карта потрібних компетенцій (ідеальний профіль). Після перевірки кандидата на посаду складається реальна карта компетенцій (КК) (реальний профіль). В результаті порівняння обох карт визначається область розвитку та приймається рішення про доцільність використання кандидата на даній посаді [1]. В залежності від конкретної ситуації передбачається використання карт компетенцій загальної спрямованості (ККЗС) та професійно – технічної спрямованості (ККПТС). Виходячи з актуальності задачі використання КК доцільно обрати основні етапи:

Проаналізувати типові оціночні шкали та визначитися з найбільш раціональними.

Вибрати методiku ранжування окремих компетенцій.

Визначитися з методикою оцінки величини області розвитку.

Розбити методiku верифікації отриманих результатів.

Для складання КК необхідно визначитися з вагою кожної компетенції. Для вибору оціночної шкали доцільно орієнтуватися на таку, яка прийнята у вищих навчальних закладах. В якості базисної оцінки вибирається середня по шкалі, тобто повна відповідність посаді [1].

Аналіз рівня підготовки фахівців виконувався в декілька етапів. На першому етапі аналізу використовувалась ККЗС із чотирьох компетенцій (ККЗС – 4): інтелектуальний рівень, працездатність, володіння мовами, рівень професійної підготовки. Інтелектуальний рівень та працездатність оцінювались на підставі стандартних методик [2]. Володіння мовами та рівень професійної підготовки оцінювались відповідно до оцінок, отриманих під час навчання. На другому етапі використовувалась ККПТС – 4. Студентам було запропоновано виконати ранжування дисциплін випускаючої кафедри з точки зору їх практичної значимості у подальшому працевлаштуванні за фахом, вибрати чотири найвагоміших з них та скласти ідеальну карту компетенцій. Складені таким чином ідеальні ККПТС – 4 здавалися експерту. На третьому етапі експерт повертав ККПТС – 4 студентам та запропонував скласти реальну карту компенсацій і визначити відносне значення області розвитку. На четвертому етапі експерт проводив аналіз всіх ідеальних ККПТС – 4, отриманих на другому етапі, та складав узагальнену ідеальну ККПТС, в якій кількість компетенцій відповідала загальній кількості найвагоміших для працевлаштування дисциплін кафедри, визначених усіма студентами. На додатковому п'ятому етапі студенти склали реальну ККПТС з кількістю компетенцій, визначених на четвертому етапі, та визначали відносне значення області розвитку. Передбачався також додатковий етап для верифікації отриманих результатів. Для цього на підставі даних другого етапу визначались найвагоміші для працевлаштування дисципліни із загального переліку, запропонованого студентами.

Відносне значення області розвитку є підставою для складання індивідуального плану навчання та підвищення професійної майстерності кандидата на посаду.

Після аналізу за допомогою карти компетенцій кожний фахівець може самостійно визначитися з основними формами додаткового навчання та необхідним для вивчення об'ємом джерел інформації.

#### Список літератури

1. Вулкович – Стадник А.А. Оценка персонала: четкий алгоритм действий и качественные практические решения / А.А. Вулкович – Стадник // М.: Эксмо, 2008. – 192 с.
2. Избранные психологические тесты для профотбора и профориентации абитуриентов, студентов и молодых специалистов / Кебадзе С.В., Карпенко Н.Ф., Мироненко О.В., Пекур А.В., Пекур В.Н. // К.: КПИ, 1992. – 94 с

**HOW TO DEBATE**

Formal debates are organized by a presentation format and are run according to predetermined times. The truth is, in fact, that there is no wrong or right way to debate in the classroom – the idea is to find out which way best suits your learning outcomes, the make-up of your class, or the way that just makes you feel comfortable. Debates begin with a topic that is formulated as a motion or resolution. The topic of debate will depend upon the age of your students. You will need an interesting topic to really get your students engaged. On the one side an individual or a team supports this position (affirmative), on the other side – opposes it (negative). Ask students who'd like to be "pro" and who "con". Select an equal number of students to speak on each of the two debate teams. Allow the students quite sufficient time to prepare their arguments. They can consult their notes, but they shouldn't read their presentations. Appoint one member in each team as the "captain", this person will give his presentation first and summarize the team's views at the end. The debate may begin with some kind of general introduction followed by specific points that are supported by evidence (argument). Arguments can be questioned, rebutted or both by the opposing team. Finally, there may be an opportunity for teams to make a concluding statement or final appeal. A small tip is - prepare a list of simple rules for the debate and distribute it to all students prior to the debate. Include a reminder that students participating in the debate and in the audience should not interrupt the speakers.

The first step involves students learning about reference materials and how to search for useful information. Alternatively, teachers can provide materials. At this initial step there should be a focus on reading and writing skills, such as skimming, scanning and note taking. For example students can scan a reading and put down pertinent points.

At the second step students orally summarize the main points they have gleaned from individual reading and work with team members to make a list of arguments. This involves complex cognitive processing as students synthesize and categorize their information. The information needs to be classified as either supporting or opposing the resolution. The team members also should agree on which of their arguments are the strongest.

One way for students to prepare their major argument presentation is to have them each write a brief essay contrasting two arguments, one in favor of and one opposed to the debate resolution. This step develops students' ability to paraphrase and summarize information and write short essays.

Public speaking skills, including the creation and presentation of visuals such as posters, can be incorporated into this step. When giving presentations, students learn how to persuade an audience and must often field questions spontaneously. Note taking practice as well as asking and answering questions can easily be worked in at this point as students listen to and question one another's arguments. Usually in debate, the winner is the one who has presented the strongest case. For ESL classes, the overall purpose of speaking is more important than the specific outcome of the debate. Still, your students will probably want to know who won. To determine the winner, have the audience vote on which team they thought made the most convincing argument. With this, weigh your own opinion as to who communicated clearly and refuted the opponent's arguments best. This combination will identify the winners.

As teams prepare for the debate event, they develop group-work skills and cooperation. Teachers can use this situation to instructional advantage by having students peer edit written arguments and critique argument presentations. Feedback can come from peer evaluations, self-evaluations and the instructor. Recording presentations for later evaluation can also be highly effective as students polish their performances. All of this revision of arguments will enable teams to get a sense of their overall presentation and should deepen their comprehension as they once again have to synthesize and summarize their main points for the opening and closing statements.

So, debates don't just teach public speaking skills, but also develop critical thinking, research skills, organization and prioritization of information. Using debates in the classroom provides students the opportunity to explore real world topics and issues. Debates also engage students through self-reflection and encourage them to learn from their peers. Finally, debates prepare students to be more comfortable engaging in dialogue related to their beliefs as well as their areas of study.

*Reference:*

1. David M. Leuser, Classroom Debates. – Plymouth: Plymouth State College of the University System of New Hampshire, 1999. – 127 p.

В.В. СТЕЦКЕВИЧ доктор історичних наук, проф., С.В. САЛТАНОВСЬКА, пошукач ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **ОКУПАЦІЯ УКРАЇНИ 1941 – 1944 рр. У СВІТЛІ НІМЕЦЬКИХ ДЖЕРЕЛ**

Сучасне вітчизняне історіописання війни 1941-1945 рр. все виразніше шукає відповідей як на питання часу, так й на іманентні потреби самої науки, яка вимагає постійних та якісних зрушень. Відтак спостерігаємо активне опанування дослідниками новими методологіями пізнання, історіософськими підходами та дослідницькими методиками й технологіями. Одночасно стала динамічно розширюватися й тематична палітра досліджень. Серед низки нових напрямків чимало є тем, що раніше були або по суті забороненими, або такими, що перебували на маргінесах історичних пошуків. Серед таких і ті фрагменти минулого, що належать до етнопсихологічної і соціальної історії (або, як це називається на Заході – соціальної антропології). Остання як раз і належить до тієї сфери пізнання, що орієнтується на вивчення найдрібніших деталей і фрагментів буття людини, її повсякденного життя й особливо в добу війни.

Для написання історії повсякдення людини, скажімо в добу окупації, конче потрібно розширювати джерельну базу, і перш за все, за рахунок уведення до наукових дискурсів документів окупаційної влади. Адже радянські джерела не дають вичерпної картини окупації і подають її дещо однобічно. Зовсім іншу інформацію несуть німецькі чи румунські документи. І особливо ті з них, що належать аналітикам з окупаційних установ і показують погляд окупанта, ворога-чужинця на життя місцевої людності, опис її настроїв, рефлексій на нову владу тощо. Ось лиш фрагменти з деяких таких документів - в перекладі з німецької – з фондів ЦДАВО України (Ф.3676. - Оп.4. – Спр.375. – Арк. 506-507).

1 листопад 1942р. начальник поліції м. Києва підготував повідомлення, із якого випливає, що через рік після початку окупації міста тут зафіксовано помітні зміни в ставленні населення до німців: “з усіх питань населення проводить паралелі поміж минулим і сьогоденням, зрозуміло, що від цього страждає німецька репутація. Особливо часто юні інтелігенти вказують на начебто збільшення випадків тілесних покарань українців, і заявляють, що справи з німецькою культурою стоять напевне не зовсім так, як про це йдеться в пропаганді.» (Йдеться про німецьку пропаганду - авт.). Укладачі цього документу наводять (цитують) навіть текст пісеньки, яку склали й наспівують в Києві: “німці прийшли - гут, євреям - капут, циганам то же, а українцям - позже”.

Є тут і розділи німецьких аналітиків, присвячені економічній ситуації в місті: “... в Києві настало неймовірне подорожчання на ринках усіх товарів і продуктів харчування... різко виросла спекуляція. Ген. комісар 2.12.1941 р. видав розпорядження про тверді ціни на найважливіші товари та продукти харчування. Одночасно була введена норма видачі 400 гр., а згодом 700 гр. хліба на людину в неділю, кількість явно недостатня навіть для скромного харчування. Ані введення на деяких підприємствах міста заводських їдалень, ані видача - щомісячно робітникам 2 кг. круп, - не змогли серйозно змінити ситуацію” - констатується в цьому документі, і додається: “кругом панує спекуляція, ... підвезення продовольства із сіл майже припинилося”.

При цьому зазначається, що спекуляція призвела до того, що наявні “величезні бариші з одного боку і вкрай злиденне існування з іншого, а окрім того дуже поширена торгівля горілкою, що створює підґрунтя для поширення лихих норовів, ... з осені 1941 р. місцеві жінки стали заводити знайомства з німецькими і угорськими солдатами, ... окрім того в місті багато професійних повій...”

При цьому зазначається, що “гроші, як правило, на базарах небажані... Середня зарплата - 280-1200 крб.” при ціні на базарах на хліб житній - 150 крб. за 1 кг., сало - до 700 крб., цукор - до 150 крб., сіль - до 150 крб., масло коров'яче – до 800 крб., мило – від 50 до 300 крб.

Такі лиш окремі фрагменти з документів окупаційної влади (і до того ж з канцелярії лише одного відомства – зі служби безпеки й поліції), які дозволяють розкрити нові грані окупаційної доби і з більшою повнотою відтворити повсякденне життя людини в ті часи.

В.В. СТЕЦКЕВИЧ, доктор історичних наук, професор, Н.Я. ГАНДРАБУРА, пошукач  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ВИКОРИСТАННЯ ПРАЦІ РАДЯНСЬКИХ ВІЙСЬКОВОПОЛОНЕНИХ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ ГЕНЕРАЛЬНОЇ ОКРУГИ «ДНІПРОПЕТРОВСЬК»

В роки окупації українських земель (1941–1944 рр.) нацистське керівництво дозволило притягувати військовополонених червоноармійців до різноманітних сільськогосподарських робіт. Хоча в початковий період війни нацисти взагалі не планували використовувати їх в якості робочої сили. Проте досить скоро, райхсміністр східних окупованих територій А. Розенберг в секретних інструкціях до райхскомісара «України» Е. Коха рекомендував за рахунок звільнених українських військовополонених підвищити кількість працездатних осіб у сільському господарстві [1, с.342]. Слід зазначити, що у 1943 р. Г. Гімлер з притаманним йому цинізмом констатував: «Ми на початку не рахувалися з цінністю людського матеріалу. З точки зору інтересів майбутнього про це жалкувати не приходиться, але, враховуючи недостачу у нас робочих рук, в теперішній час приходиться пожаліти про те, що військовополонені вмирили сотнями тисяч від голоду і від виснаження [2, с.89–90].

Виконуючи наказ згори, окупаційна влада генеральної округи «Дніпропетровськ» також притягувала військовополонених до сільськогосподарських робіт. Як приклад, в колгоспі «Нове життя» П'ятихатського гебіту на Дніпропетровщині в грудні 1941 р. працювало 33 військовополонених [3, арк.12]. А на Запоріжжі в громадському господарстві № 7 Преображенської сільської управи Оріхівського гебіту станом на 11 травня 1942 р. працювало 26 військовополонених. Цікаво, що серед них – 22 особи до війни мешкали в селищі Преображенка, решта ж – уродженці Ростовської області, Краснодарського краю, Чечні та Кавказу [4, арк.56]. В колгоспі «Комінтерн» Шевченківської сільської управи Андріївського району на початку квітня 1942 р. також працювало 26 військовополонених: 21 росіянин, 2 українці, узбек, калмик та вірмен [5, арк.6].

Нерідко старости сільських управ відправляли клопотання гебітскомісарам з проханням відпустити військовополонених, які до війни працювали на території підзвітного їм господарства. Так, у 1942 р. на Дніпропетровщині староста громадського господарства імені М. Гоголя направив листа на адресу Покровського гебітскомісаріату, в якому прохав гебітскомісара посприяти поверненню до громадського господарства коваля Кісенка Івана Яковича, який перебував у таборі для військовополонених на території Харківської області [6, арк.36].

Отже, нацистська окупаційна влада, як райхскомісаріату «Україна» так і генеральної округи «Дніпропетровськ» намагалася за рахунок робочих рук військовополонених червоноармійців подолати дефіцит робочої сили, який гостро відчувався, зокрема, в сільському господарстві. Як показує аналіз архівних документів та матеріалів, в сільськогосподарському секторі генеральної округи «Дніпропетровськ», окупанти притягували до праці не лише військовополонених з числа селян-українців, а й бранців інших національностей. Дефіцит її головним чином вирішувався за рахунок місцевих селян.

### Список літератури

1. Косиц В. Україна в другій світовій війні у документах. Збірник німецьких архівних документів. Т.1. – Львів, 1997 – 383 с.
2. Картье Р. Тайны войны. По материалам Нюрнбергского процесса. / Пер. с нем. Е. Шугаева. — Мюнхен: Посев, 1947.
3. Державний архів Дніпропетровської області (далі – ДАДО). – Ф.Р-2581, Оп.1, Спр.4.
4. Державний архів Запорізької області (далі – ДАЗО). – Ф.Р-1456, Оп.1, Спр.724.
5. ДАЗО. – Ф.Р.-3055, Оп.2, Спр.2.
6. ДАДО, Ф-2347, Оп.1, Сп.5.

О.В. ТАРАСОВА, канд. психол. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ТВОРЧИЙ РОЗВИТОК МАЙБУТНЬОГО ПЕДАГОГА ПРОФЕСІЙНОГО НАВЧАННЯ ЯК ЧИННИК ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ**

У психолого-педагогічній літературі немає сталого визначення творчої особистості педагога, хоча ця проблема цікавила багатьох науковців. Так, наприклад, Д. Богоявленська визначає творчу особистість через її інтелектуальну ініціативність, В. Загвязинський – через її ставлення до навчально-пізнавальних завдань, Н. Кузьміна – через зв'язок творчої активності особистості із самовдосконаленням, П. Кравчук – через її творчий потенціал, Н. Кичук – через її спрямованість на творчість, інтелектуальну активність, поєднання науково-педагогічного мислення і творчої уяви, що виявляється у творчому характері професійної праці. Як вказує Г. Нагорна, індивідуальність творчого педагога – це унікальна здатність здійснювати виховний вплив на студентів.

У нових соціально-педагогічних умовах, враховуючи процеси модернізації освіти, до педагогів професійного навчання висунуті нові вимоги: по-перше, він є суб'єктом педагогічної діяльності, а не носієм сукупності наукових знань та способів їх передавання; по-друге, педагог орієнтований на розвиток здібностей, творчого потенціалу студентів. Сьогодні підвищує вимоги до професійного рівня фахівця, націлює на формування особистості ініціативної, самостійної, наділеної професійним творчим мисленням. Тому актуальною постає проблема розвитку у майбутнього педагога професійного навчання творчих здібностей особистості, творчої уяви, професійного творчого мислення.

Предметом наукової дискусії сьогодні є проблема можливості та шляхів навчання педагогічній творчості. Спрямованість навчально-виховного процесу на розвиток творчої особистості вимагає від викладача вміння працювати у творчому режимі, нестандартних напрямках, постійно вдосконалювати свою професійну діяльність, створювати власну творчу лабораторію, опанувати специфічні форми і методи, які спрямовано на розвиток творчих можливостей студентів, їхніх талантів і обдарованості. З цього погляду можна визначити критерії творчої педагогічної діяльності педагога професійного навчання:

- розробка нових підходів до навчання, виховання та розвитку студентів;
- бачення нової проблеми в зовні знайомій ситуації, знаходження варіативних шляхів її розв'язання;
- проведення систематичного самоаналізу професійної діяльності, науково-дослідної роботи з творчого узагальнення власного досвіду та досвіду колег;
- володіння формами і методами керування творчою навчальною діяльністю студентів з метою розвитку їхніх творчих можливостей;
- оригінальне конструювання навчально-виховного процесу.

У процесі виховання творчого начала важлива роль належить викладачеві, який здатний спрямувати студентів на шлях пошуків, допомогти їм увійти в атмосферу творчості, в коло ідей, робота над якими розкриває широкі можливості для самостійного пошуку і нових знахідок. Але без особистого захоплення пізнанням, професійної компетентності цього досягнути складно. Студент повинен мати зразок, приклад для наслідування. Адже сучасне життя суспільства висуває вимоги до виховання творчої особистості, здатної самостійно мислити, пропонувати оригінальні ідеї та приймати нестандартні рішення. А це, в свою чергу, вимагає нових підходів до підготовки майбутніх педагогів професійного навчання. Упровадження інтегративних курсів, інформаційних та комп'ютерних технологій, проведення тренінгових занять при вивченні психолого-педагогічних та фахових дисциплін – це лише окремі аспекти впровадження технологій, які в методичній літературі називають „сучасні технології навчання”. Вони, на думку науковців, забезпечують і збагачення знаннями та репродуктивними вміннями, та сприяють розвитку творчих якостей особистості. Тому значення психолого-педагогічної підготовки майбутнього педагога професійного навчання в контексті особистісного-орієнтованого навчання набуває неабиякої актуальності. Уміння працювати зі студентами, підтримка творчого потенціалу особистості, формування професійних якостей та розвиток професійного мислення, педагогічна майстерність, педагогічна техніка – одні зі складових психолого-педагогічної компетенції педагога професійного навчання.

О.В. ПАСІЧНА, канд. філол. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСВОЄННЯ СИНТАКСИЧНИХ НОРМ У КУРСІ «УКРАЇНСЬКА МОВА (ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ)»**

Метою курсу «Українська мова (за професійним спрямуванням)» є сформувати у майбутніх спеціалістів професійно зорієнтовані вміння і навички досконалого володіння українською літературною мовою у фаховій комунікації. Досягти цієї мети можна за умови засвоєння студентами норм сучасної української мови та практичного застосування набутих знань у професійній діяльності.

За визначенням науковців, мовні норми – це уніфіковані, традиційні, найбільш поширені, свідомо фіксовані стандарти реалізації мовної системи, обрані в процесі суспільної комунікації [2, с. 19]. Дотримання синтаксичних норм у фаховому спілкуванні передбачає прямий порядок слів у текстах, правильну координацію головних членів речення, правильну побудову словосполучень (із типом підрядного зв'язку керування), речень з однорідними членами тощо.

У вищій основне завдання викладача полягає в окресленні особливостей побудови текстів професійного спрямування та попередженні синтаксичних помилок. Лінгводидакти виокремлюють такі методи навчання синтаксису: евристична бесіда, спостереження, аналіз мовних явищ з елементами проблемного програмованого навчання, вправи. Ефективними прийомами навчання синтаксису дослідники називають аналіз словосполучень, синтаксичний розбір речень, введення та вилучення окремих компонентів речення, конструювання та реконструювання синтаксичних одиниць, редагування.

З-поміж синтаксичних помилок найчастіше трапляються порушення норм керування. Зауважимо, що студенти припускаються цих мовних огріхів у процесі перекладу російськомовних текстів українською мовою. Причиною цього назвемо сплутування норм керування в споріднених мовах. На практичному занятті викладач повинен наголосити на особливостях цього типу підрядного зв'язку в українській та російській мовах і проілюструвати розбіжності в керуванні низкою прикладів, як-от: рос. благодарить (кого?) – укр. дякувати (кому?), рос. причинять (что?) – укр. завдавати (чого?), рос. снабжать (чем?) – укр. постачати (що?), рос. нуждаются (в чем?) – укр. потребувати (чого?). Окрім того, порушення синтаксичних норм може траплятися й через те, що студенти не завжди знають, якими відмінками керують схожі за змістом слова. Тому пропонуємо вправу на усвідомлення особливостей керування таких слів (Запам'ятайте, якими відмінками керують подані слова. Уведіть кожне слово в речення: властивий (кому?) – характерний (для кого?); дорівнювати (чому?) – рівнятися (на що?); завідувач (чого?) – завідуючий (чим?); зважати (на що?) – враховувати (що?); опановувати (що?) – оволодівати (чим?).

У процесі перекладу фахових текстів, як слушно зазначають А.Загнітко та І.Данилюк [1, с.281-284], доречно замінювати активні дієприкметники російської мови підрядними реченнями, наприклад: рос. по вине «Пользователя» или лиц, совместно с ним проживающих – укр. з вини «Користувача» або осіб, що проживають разом з ним; рос. в случае образования излишней (превышающей установленную норму) жилой площади... – укр. у випадку утворення зайвої (такої, що перевищує встановлену норму) житлової площі...

Дієвими є вправи на визначення порядку слів у фахових текстах (Прочитайте тексти, визначте їх стиль. Прокоментуйте порядок слів (прямий чи інверсований). Поміркуйте, у яких стилях інверсія застосовується як спеціальний прийом).

Отже, виконання окреслених вправ допоможе студентам засвоїти синтаксичні норми української мови та сформувати практичні вміння й навички комунікативної діяльності у сфері професійного спілкування.

#### *Список літератури*

1. **Загнітко А.П.** Українське ділове мовлення : професійне і непрофесійне спілкування / **А.П. Загнітко, І.Г. Данилюк.** – Донецьк:ТОВ ВКФ “БАО”, 2006. – 480 с.
2. **Шевчук С.В.** Українська мова за професійним спрямуванням : [підруч.] / **С.В. Шевчук, І.В. Клименко.** – К. Алерта, 2013. – 696 с.

## **ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ПРОФЕСІЙНОГО МОВЛЕННЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

Науково-технічний прогрес, перебудова соціально-економічної та політичної системи в країні потребують від студента, майбутнього фахівця певної технічної галузі, не тільки знання свого фаху, а й високого рівня володіння професійним мовленням. Підготувати висококваліфікованих фахівців, які вільно володіють державною мовою в різних її формах – усній та писемній, – завдання вищої школи.

Слово – це робочий інструмент фахівця, мовлення – компонент його професійної майстерності. Від правильності, точності, доступності висловлювань залежить ефективність, результативність роботи майбутнього фахівця. Однією з актуальних проблем, яку постало перед викладачем вищої школи, є розвиток комунікативної культури студентів.

Українське професійне мовлення перебуває на етапі становлення, унормування. Йому властиві ознаки, що визначають рівень культури усного й писемного ділового мовлення: правильність, комунікативна досконалість, аргументованість, доцільність, стислість, точність. А специфіка професійного мовлення полягає в обслуговуванні сфери виробничих відносин, потреб спілкування між представниками однієї професії. Процес формування професійної культури мовлення відповідного фахівця складається з таких основних компонентів:

засвоєння професійної лексики й термінології фаху;

прищеплення студентам навичок роботи зі словниками, довідниками;

формування вмінь сприймання, відтворювання та створення фахових текстів різних видів і стилів;

моделювання мовленнєвих ситуацій, які виникатимуть у майбутній професійній діяльності;

боротьба з мовленнєвою неохайністю в спілкуванні, уникнення типових порушень літературної мови в мовленнєвих стереотипах фахової галузі.

За умов інтенсивного розвитку науково-технічного прогресу, який постійно насичує професійне мовлення новими поняттями й термінами, основним критерієм визначення рівня культури професійного мовлення є ступінь оволодіння професійною термінологією та лексикою.

Курс «Українська мова (за професійним спрямуванням)» є дуже потрібним, оскільки саме він певною мірою має ліквідувати, з одного боку, прогалини в навчанні української мови в середніх навчальних закладах України, а з другого, – сприяти підготовці фахівців належного професійного та інтелектуального рівня. Мета курсу – формувати в майбутніх фахівців уміння й навички досконалого володіння українською літературною мовою в професійній сфері.

Зміст курсу зумовлюється завданнями:

оволодіти нормами сучасної української літературної мови, виробити навички правильного й доречного використання різноманітних мовних засобів залежно від сфери й мети висловлювання;

набути навичок володіння термінологією майбутньої спеціальності;

засвоїти відомості про призначення та структуру ділових документів і набути навичок самостійного складання різновидів ділових паперів;

вільно користуватися різними функціональними стилями та їх підстилями в навчальній діяльності та професійному вжитку;

розвивати комунікативні компетенції, потрібні в професійному спілкуванні.

Отже, формування професійного мовлення студентів вищого технічного навчального закладу – вимога державного значення. Ефективність професійно зорієнтованого мовлення залежить не тільки від суті засвоєних студентами понять, термінів і правил, а й від вдалого добору дидактичного матеріалу, який сприяв би опануванню фахової лексики вільному спілкуванню на професійну тематику. Від того, наскільки вільно зможуть користуватися своїми професійно-мовленнєвими вміннями й навичками студенти, залежить їхня активність у виробничому та суспільному житті країни.



**ФОРМУВАННЯ ІНШОМОВНОЇ ПРЕДМЕТНОЇ КОМУНІКАТИВНОЇ  
КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАТЕМАТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ-ІНОЗЕМЦІВ**

Україна починаючи з другої половини ХХ століття, стабільно займає своє місце серед країн, що надають освітні послуги іноземним громадянам. Міжнародні обміни в освітній сфері набувають сьогодні особливої актуальності і мають тенденцію посилення.

Економічна глобалізація, інтеграція України в європейський освітній простір і геополітичні процеси в світі зумовили трансформації в українському освітньому просторі. Означені тенденції суспільного розвитку привели до необхідності реалізації компетентнісного підходу до вирішення педагогічних проблем, що ґрунтується на формуванні у студентів здатності діяти у нестандартних ситуаціях, застосовувати набуті компетентності у певній сфері професійної діяльності.

Основним завданням, на яке орієнтовано навчання іноземних студентів на підготовчому відділенні університету є навчити студентів користуватися іншою мовною для розуміння дисциплін подальшого навчання і вміти висловлюватися нерідною мовою з питань, пов'язаних з майбутньої професією. Завдання іноземного студента не тільки повторити предмети, що він вивчав раніше рідною мовою і поглибити знання у предметній області новою мовою навчання, а й навчитися швидко і ефективно засвоювати наукову інформацію, тобто сформувати іншомовну предметну комунікативну компетентність.

Іншомовна предметна навчальна комунікація – це цілеспрямований процес взаємодії кількох людей: викладачів та студентів – представників різних лінгвокультур – при вирішенні навчальних завдань і ситуацій. Сучасні дослідники ставлять перед собою завдання визначити компонентну структуру іншомовної предметної комунікативної компетентності Предметна комунікативна математична компетентність студентів-іноземців - це сукупність їх особистісних та професійних якостей, знань, умінь, навичок і здібностей, які охоплюють вміння побудови усного (доповіді, пояснень до розв'язання завдань, презентації тощо) та письмового тексту, вміння організації предметного діалогу з математики. Перелічені та інші елементи системи іншомовної предметної комунікативної компетентності повинні стати об'єктами цілеспрямованого навчання студентів-іноземців.

Вивчення науково-методичної літератури та практичний досвід викладання математики на підготовчому відділенні ДВНЗ КНУ дозволили автору цієї статті припустити, що основними компонентами іншомовної комунікативної предметної компетентності студентів-іноземців є: предметна, дискурсивна, медіативна, соціокультурна і інформаційна компетенції, інтегровані мотиваційно-ціннісної компетенцією. Трактуючи предметну математичну компетенцію як сукупність знань, умінь і навичок, які формуються в процесі навчання, ми пропонуємо розглядати предметну іншомовну компетенцію студента-іноземця як його здатність інтегрувати спеціалізовані предметні знання, вміння і навички новою мовою навчання. Особливістю формування іншомовної комунікативної предметної компетентності студентів-іноземців визначено використання у цьому процесі засобів медіаосвіти (друковані, аудіовізуальні, аудіальні та електронні засоби), враховуючи їх поліфункціональність, великий дидактичний потенціал.

На нашу думку потрібно змінити спрямування дидактичної системи навчання студентів-іноземців на підготовчому відділенні університету з домінування знаннєво-орієнтованого напряму підготовки на необхідність формування широкого спектра іншомовних предметно-комунікативних умінь на рівні компетенцій і компетентностей. Здібності, знання, вміння і навички, що забезпечать, з одного боку, знаходження та оперування іншомовною предметно значущою інформацією, знання математичної термінологічної лексики, вміння читати та визначати основне у спеціалізованих текстах, та з іншого – знання структури й особливостей ведення спеціалізованого діалогу складають сутність іншомовної предметної комунікативної компетентності у математичній підготовці студентів-іноземців, що є складовою їх професійної компетентності.

## ФУНДАМЕНТАЛЬНА ПІДГОТОВКА СУЧАСНОГО ІНЖЕНЕРА

У вищій інженерній освіті України відбувається зміна підходу до організації процесі навчання, що обумовлена з одного боку соціально-економічною ситуацією в країні, а з іншого – потребою суспільства в розвитку нових технологій, що сприятимуть якісним реформам в країні. В системі вищої освіти відбувається: 1) реформування вищої освіти, що, на думку розробників цих реформ, сприятиме формуванню особистості, яка відповідатиме новій освітній парадигмі «навчання протягом життя»; 2) зменшення фінансування освіти з боку держави; 3) розрив зв'язків у ланці «школа – ВНЗ – підприємство»; 4) зникнення стабільності у змісті та технологіях навчання майбутніх інженерів; 5) необхідність залучати студентів до активної самостійної роботи без достатнього їх стимулювання; 6) розрив зв'язків між фундаментальними та спеціальними дисциплінами.

Проведений аналіз наукових досліджень з проблеми підготовки сучасного інженера в реаліях української освіти надає можливість зробити висновки, які можна виокремити в два напрями:

перший напрям спрямований на підвищення якості системи вищої інженерної освіти. В рамках цього напрямку можна стверджувати, що система вищої інженерної освіти повинна мати випереджальний характер, бути гнучкою та доступною завдяки впровадженням у процес навчання інформаційно-комунікаційних технологій. В основі такої освіти повинно лежати таке навчальне середовище, що створить умови для мобільності не тільки студентів під час навчання, а й у інженерів для підвищення їх кваліфікаційного рівня;

другий напрям ґрунтується на питаннях фундаментальної підготовки інженерів, яка повинна відбуватися в наступному:

Поєднання ґрунтовної фундаментальної підготовки інженера з його професійною спрямованістю, що надає можливість формувати інженерний підхід до розв'язання професійно орієнтованих задач.

Розробка змісту навчання, який би поєднував усі предмети, що складають фундаментальну підготовку інженера.

Формування творчого інженерного мислення.

Проектування методичних систем (комп'ютерно, мобільно чи хмаро орієнтованих), що забезпечать якісну фундаментальну підготовку фахівця, сприятимуть формуванню його фахових та загальних компетентностей.

Реалізація підходу міжпредметної інтеграції, що створить умови для неперервного процесу навчання, спадковості у вивченні фундаментальних дисциплін, виключить можливість дублювання матеріалу.

Сприяння формуванню нової моделі інженера, який повинен:

уміти використовувати отримані у процесі навчання знання для поглиблення своїх знань у професійній діяльності;

уміти трансформувати та адаптовувати отримані знання у процесі зміни технологій;

уміти отримувати знання із світових освітніх ресурсів з метою підвищення своїх досягнень та рівню кваліфікаційних знань зміни технологій своєї професії;

бути вмотивованим самостійно отримувати знання, підвищувати кваліфікацію протягом усього свого життя;

уміти проводити аналіз з метою отримання функціональних знань;

бути комунікабельним, вміти працювати в команді, адаптуватися до соціальних та економічних змін;

розуміти наслідки своєї діяльності на екологію та суспільство.

Для реалізації зазначених вимог, виникає необхідність розглянути та внести зміни до навчальних планів, програм та методичної системи навчання фундаментальних дисциплін у вищій технічній школі України.

**ПРО ВИВЧЕННЯ КОМБІНАТОРИКИ У ВЗО**

Вивчення комбінаторних питань математики пов'язане не тільки зі стрімким розвитком кібернетики та комп'ютеризацією усіх сфер життя, зокрема і освіти. Стохастична лінія у шкільному курсі математики передбачає формування в учнів комбінаторного мислення, ймовірнісної інтуїції [1]. Формуванню комбінаторного мислення присвячені численні дослідження ряду науковців і методистів. Зокрема, в роботі [2] розроблено методику формування комбінаторного мислення у молодших школярів. Безперечно, комбінаторне мислення формується шляхом розв'язування комбінаторних задач, відмінність досліджень полягає лише у конструюванні того чи іншого підходу до процесу розв'язування, набору задач тощо.

У роботі [3] було запропоновано уніфіковану схему комбінаторних структур у вигляді таблиці, яка після деякого спрощення була застосована автором доповіді для викладання теми «Комбінаторика» при вивченні курсу теорії ймовірностей. Наведена в [2] граф-схема (Схема полной ориентировочной основы действия) фактично базується на згаданій уніфікованій схемі. Проте складність комбінаторної задачі полягає не стільки у процесі з'ясування – впорядкована чи неупорядкована структура моделює задачу, і допускає чи не допускає ця структура повторення, а власне у побудові самої моделі задачі. Спочатку необхідно побудувати модель задачі; встановивши ізоморфізм побудованої моделі одній із структур уніфікованої схеми (або побудувати саму схему, якщо формулювання задачі надає це зробити), за характером структур (впорядкованість, наявність повторень) підрахувати їхню кількість. Одна й та ж задача може бути описаною як впорядкованою структурою, так і неупорядкованою. Процес же підрахунку кількості структур особливих труднощів не викликає, хоча і не є тривіальним, особливо для тих, хто тільки починає вивчення комбінаторики.

У роботі [3] вказано на неможливість уніфікувати розв'язання комбінаторних задач, звести до єдиної системи. Тому при подальшому вивченні комбінаторики, що має місце в курсі теорії ймовірностей та дискретної математики, постає питання про методику введення спеціальних методів, а саме – методу рекурентних співвідношень, твірних (продуктивних) функцій та методу траєкторій. Для деяких спеціальностей, зокрема комп'ютерних, названі курси читаються упродовж семестру і використовують комбінаторну математику досить широко. Зрозуміло, що шкільних знань цієї теми недостатньо для використання комбінаторних обчислень, що виникають при дослідженні дискретних структур, питань дискретної оптимізації тощо.

У доповіді пропонуються варіанти методики вивчення та застосування кожного із названих методів. Зокрема, перед ознайомленням із методом траєкторій бажано продемонструвати студентам геометричну інтерпретацію біномних коефіцієнтів. Це ознайомлення дається в ряді підручників та посібників, проте поза увагою залишається питання, яка саме підмножина (комбінація) відповідатиме тій чи іншій траєкторії. З'ясування поставленого питання не є тривіальним, і сприяє формуванню навичок математичного моделювання. У самій геометричній інтерпретації проста заміна шкали по осі  $Ox$  із  $0, 1, 2, \dots, k$  на  $a_1, a_2, \dots, a_k$  дає можливість отримати рівність  $\bar{C}_n^k = C_{n+k-1}^k$ , тобто подати також геометричну інтерпретацію комбінаціям з повтореннями. Також невелике внесення зміни у спосіб побудови траєкторії надає можливість дати геометричну інтерпретацію впорядкованим структурам, а саме – вибіркам з повтореннями. Для цього траєкторії «дозволяється» переміщуватися за один крок вправо або вгору-вниз. Вимога, щоб траєкторія з'єднувала початок координат із правою верхньою точкою, залишається.

При вивченні методу рекурентних співвідношень корисною буде паралель цього матеріалу із темою «ЛЮДР зі сталими коефіцієнтами», що вивчався в курсі вищої математики.

*Список літератури*

1. **Захарійченко Ю.О.** Комбінаторне, ймовірнісне мислення та математична статистика: зб. завдань із повним розв'язанням / **Ю.О. Захарійченко, Л.І. Захарійченко, В.К. Репета** та ін // Київ: Ред. газ. природ.-матем. циклу, 2014. – 128 с
2. **Евдокимова Л.В.** Формирование комбинаторного мышления у младших школьников и подростков: Дис. ... канд. психол. наук / **Л.В. Евдокимова** // М.: МГУ, 2006. – 201 с.
3. **Баранов В.И.** Экстремальные комбинаторные задачи и их приложения / **В.И. Баранов, Б.С. Стечкин** // М.: Наука, 1989. – 160 с.

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ В УМОВАХ «ІНФОРМАЦІЙНОГО ВИБУХУ»**

Для будь якої науки можна запропонувати раціональну модель запасу інформації, і фізика не є в цьому винятком. Чому інформації? Тому що безперервне збільшення кількості науково технічної інформації, яка має не рівнозначну цінність, визиває труднощі у студентів, які повинні слідкувати за розвитком порівняно вузьких областей науки відповідно до обраних технічних спеціальностей. Також дуже важливе питання о швидкому старінні інформації, яка публікується в науково-технічних літературних джерелах. Все це приводить до необхідності розвитку у майбутніх інженерів навиків наукового мислення. Наявність таких навиків допомагає найшвидше освоювати нові прогресивні методи і тенденції і відмовлятися від старих уявлень, схем, пристроїв. Сучасні студенти вчаться в умовах постійного, так званого, «інформаційного вибуху», характерного для вищої освіти.

Отже, запас наукової інформації (знань), можна умовно поділити на ядро і оболонку. Ядро дуже повільно змінюється, практично є стаціонарним, а оболонка, навпаки, постійно і швидко деформується. Фізику, як фундаментальну науку, можна віднести до інформаційного ядра, хоча в межах самої фізики теж є умовний поділ на ядро і оболонку. До «ядра» можна віднести такі принципи: закони збереження, гравітаційні взаємодії, корпускулярно-хвильовий дуалізм, статистичні та динамічні закономірності. Загальний характер цих принципів становиться зрозумілим тільки при демонстрації меж застосування в різних областях фізики. До ядра можна також віднести основні методи дослідження фізичних процесів: термодинамічний, статистичний. Вся історія фізики свідчить о дійсно повільній зміні цього інформаційного «ядра». Тому основа загального курсу фізики, в умовах жорсткого регламенту виділеного програмою часу, повинна, перш за все, містити матеріал «ядра інформації». Матеріал, який належить «оболонці», бажано подавати тільки для демонстрації розвитку науки, наприклад, експериментального доведення існування гравітаційних хвиль.

У найближчій перспективі економіка нашої держави в більшій степені буде залежати від підвищення ефективності промисловості, її технологічності, екологічності та безпеки виробництва. А це означає, що темпи росту залежать від розуміння інженерами загальних закономірностей розвитку науки і техніки і наявності у них навичок наукового мислення.

Навички наукового мислення грають дуже важливу роль, коли виникає необхідність дослідження процесів і розроблення методик, що відносяться до «дисциплін», які належать до традиційно різних областей науки, техніки, культури: інженерна психологія, екологія, ергономіка та ін. Процес інтеграції дисциплін відбувається найефективніше, коли майбутній спеціаліст володіє науковими методами і принципами наукового мислення.

Проблема формування наукового мислення у студентів, як майбутніх інженерів, полягає у розриві між методами отримання наукових і практичних результатів і методами їх викладання на лекціях. Підручники, методичні посібники і лекції базуються на тезисному викладенні готових наукових результатів і фактів. Складається враження, що фізичні закони уявляють собою логічно необхідні твердження, для обґрунтування яких немає необхідності спиратися на експериментальні факти. Є ризик у майбутньому знехтувати вирішенням конкретних задач, які складають основу будь якої практичної діяльності у житті.

В умовах глобального скорочення аудиторних годин на вивчення фізики, найскладнішими задачами лектора є наступні: - мотивувати студентів до самостійної роботи;

рекомендувати не надавати дуже великого значення точним означенням і формулюванням, так як однобічність часто характеризує явище з однієї сторони, без взаємозв'язку з іншими, не менш суттєвими;

переконати студента не йти формальним шляхом запам'ятання наборів формул, які ніколи не допоможуть при рішенні практичного завдання, якщо не виявлена і не зрозуміла сама сутність явища або процесу, що розглядається.

Л.В.КОЗАК, канд. філолог. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ У ПРОФЕСІЙНОМУ СТАНОВЛЕННІ ПЕДАГОГА ПРОФЕСІЙНОГО НАВЧАННЯ**

Одним із найважливіших стратегічних завдань на сьогоднішньому етапі модернізації вищої освіти України є забезпечення якості підготовки педагогів, зокрема й педагога професійного навчання, на рівні міжнародних стандартів. Головне завдання вищої школи полягає в тому, щоб покращити підготовку фахівців з викладання інформаційних технологій, а це можливе за умови впровадження інноваційних технологій навчання та формування педагогічної майстерності.

Не викликає сумнівів той факт, що педагог професійного навчання для свого професійного становлення повинен володіти інтерактивними методами навчання, педагогічною майстерністю та бути креативним.

Інтерактивним називається навчання, що ґрунтується на психології людських взаємин. Сутність цього навчання полягає в тому, що воно спирається не лише на процеси сприйняття, пам'яті та уваги, а, насамперед, на творче продуктивне мислення та спілкування. Інтерактивне навчання передбачає спільне розв'язання проблемних завдань, суттєво підвищує рівень засвоєння матеріалу, дозволяє розкрити творчі можливості студентів, стимулює конструктивно-критичне мислення та розвиває комунікативні вміння. Сьогодні в навчальному процесі використовують такі інтерактивні методи: «мозкова атака», ділові ігри, «мікрофон», метод передбачень, ігрове проектування, кейси та ін.

Необхідність широкого застосування інтерактивних методів значною мірою обґрунтовується психолого-педагогічними та соціальними цінностями ігрових методів. А. А. Вербицький, А. В. Філіппов, Ю. Д. Красовський стверджують, що ігрове навчання особливим чином впливає на розвиток пізнавальних інтересів тих, хто навчається, бо кожна гра стимулює «гравця» до досягнення мети (перемоги) й усвідомлення шляху досягнення мети.

Розглянемо ігрове проектування як один із методів, що відрізняється високим ступенем поєднання індивідуальної та спільної роботи учнів, які можуть розробляти інженерні, конструкторські, технологічні й інші види проектів в ігрових умовах. Створення спільного проекту вимагає від кожного зі студентів знання технології процесу проектування та вміння підтримувати міжособистісні стосунки з метою вирішення професійних проблем.

Надзвичайно важливим для викладача професійного навчання є створення ефективної навчальної ситуації, організувати діалог або дискусію, орієнтовану на досягнення професійної компетентності.

Умовами підвищення ефективності навчання ряд науковців вважають мотиви навчання, використання набутих знань у практичній діяльності та різноманітних методів навчання. Також необхідним чинником інтерактивного навчання вважається принцип систематичності. Л. Кратасюк зазначає, що важливо «в навчально-виховному процесі передбачити системне використання інтерактивних методів навчання, досягаючи на кожному з етапів пізнання раціонального співвідношення парної, групової та самостійної діяльності» [1, с. 3].

При цьому слід пам'ятати, що інтерактивні методи навчання не змінюють, а лише доповнюють традиційні заняття.

Отже, одним із найважливіших завдань професійного становлення педагога професійного навчання є забезпечення якості підготовки фахівців на рівні міжнародних стандартів за умови впровадження інноваційних технологій навчання як невід'ємного компонента розвитку педагогіки зокрема та вдосконалення системи освіти.

### *Список літератури*

1. Кратасюк Л. Інтерактивні методи навчання: Розвиток комунікативних і мовленнєвих умінь / Л. Кратасюк // Дивослово. – 2004. - № 10. – С. 2-11.

**ПРОБЛЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ АСПЕКТІВ КОНЦЕПЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ДИСКУРСУ У КОМУНІКАТИВНО-ОРІЄНТОВАНОМУ НАВЧАННІ МОВИ**

Навчальний дискурс з урахуванням особистісних, соціокультурних і цільових аспектів комунікативного процесу в межах навчальної ситуації становить значний інтерес для комунікативно-орієнтованого навчання мови. Дійсно, інтерес до дослідження проблем діалогічної взаємодії в сучасній вітчизняній і закордонній лінгвістиці, особливо у зв'язку з конкретними результатами в таких царинах лінгвістичного знання, як психолінгвістика, нейролінгвістика, соціолінгвістика, етнолінгвістика тощо підтверджують усе зростаючий інтерес до цієї проблеми. Відомо, що комунікативно-орієнтоване навчання мови ставить своєю метою формування комунікативної компетенції того, хто навчається, тобто формування здатності виконувати мовними засобами комунікативні завдання в конкретних формах і ситуаціях професійного спілкування. За Н. М. Стеценко, комунікативна компетентність (або комунікативна здатність) – це не лише наявність знань, умінь та навичок, а й готовність їх адекватного та ефективного використання у безпосередній професійній діяльності [1]. У загальнолінгвістичному сенсі комунікативна здатність є здатністю створювати й розуміти цілісні мовленнєві твори – дискурси або тексти в певних ситуаціях. У цьому разі ситуація комунікативно-орієнтованого навчання може трактуватися як «ситуація навчального спілкування», де її учасники – той, хто навчається, і той, хто навчає, розв'язують свої специфічні задачі щодо навчання сприйняття генерування мовленнєвих (дискурсних) утворень на мові, що вивчається.

З цих позицій сам організаційний дискурс розглядається у вигляді одиниці навчання мовленнєвої діяльності й у комплексному поданні у вигляді сукупності її складників або продуктивних – говоріння, письмо, або рецептивних – слухання, читання, або складних – переклад, інформаційне перероблення мовленнєвого продукту (складання рефератів, анотацій, конспектів). Під час такого підходу організаційний дискурс у ситуації навчального (професійного) спілкування або навчальний дискурс трактується достатньо широко як і все, що говориться і пишеться у межах зазначеної ситуації. Тому можна говорити, що в кожному виді мовленнєвої діяльності комунікативна компетенція формується на рівні дискурсної освіти.

Широке розуміння навчального дискурсу підкреслює його узагальнений характер і дозволяє вважати наявні у трактуванні цього лінгвістичного феномена обмежувальні ознаки монологічність/діалогічність, усний/письмовий нерелевантними. Таке багатofакторне і багатопланове трактування організаційного дискурсу знаходить своє застосування в різних наукових школах – від лінгвістичних до філософських і психологічних. Привабливість пропонованого підходу до дискурсу зумовлена перш за все тим, що дискурс як комплексний мовний знак більш рельєфно представляє зв'язок форми і функцій, свою приналежність до соціально-культурної ситуації, риторичного й ідеологічного наповнення.

Розроблення теоретичних аспектів концепції навчального дискурсу як основної одиниці професійної (навчальної) комунікації, орієнтованої на функціонально-змістовий бік навчання мови, має безпосереднє відношення до загальних проблем функціонування мови в різних ситуаціях узагалі, і до такого розділу лінгвістики, як опис мови в навчальних цілях, зокрема. В існуючих підходах до навчального дискурсу немає спільного розуміння і теоретичного опису навчального дискурсу як результату деякої моделі взаємодії учасників навчальної комунікації, не розроблена його типологія з урахуванням функціональних комунікативних завдань того, хто навчається, і того, хто навчає, не встановлені дискурсні функціональні характеристики і способи їх визначення і опису. Тому недостатнє дослідження цього питання і робить цю тему актуальною для розгляду.

*Список літератури*

1. Стеценко Н. М. Комунікативна компетентність як складова професійної підготовки сучасного фахівця. / Стеценко Н. М. // Педагогічний альманах: зб. наук. праць / редкол. В. В. Кузьменко та ін. – Херсон: КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти», 2016. – Випуск 29. – С. 185 – 191.

О.М. ПОТАПОВА, канд. пед. наук, ст. викладач  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## ФОРМУВАННЯ МОТИВАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Сучасному інженерові як вузькогалузевому фахівцеві доводиться брати участь у розробленні складних технічних проектів або в проведенні наукових досліджень, що перебувають на межі різних науково-технічних сфер. Успішність таких студій залежить від наявності глибоких і поліаспектних фундаментальних знань. Також інженери долучаються до планування експерименту, опрацювання даних та оформлення наукових результатів, ця робота вимагає застосування математичних методів й обчислювальних засобів.

Отже, важливим складником високоякісної професійної підготовки фахівця інженерної галузі є його математична підготовка. З огляду на це завданням математичних дисциплін для студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів є сформулювати у них глибокі знання математичних методів і моделей, які застосовуються для розв'язання прикладних задач, методів збирання і опрацювання даних за допомогою інформаційних технологій.

Вивчаючи математичні дисципліни на першому курсі, у межах якого ще не опановують спеціальні дисципліни й відсутні чіткі уявлення про майбутню професійну діяльність, студенти технічних спеціальностей не розуміють необхідності у вивченні математики, не усвідомлюють значущості застосування математичних теорій у своїй професійній діяльності. Унаслідок цього послаблюється мотивація до навчання та рівень знань студентів. Тому один зі шляхів підвищення успішності навчальних досягнень студентів із математичних дисциплін – формування позитивних мотивів навчальної діяльності студентів.

Аналіз наукових досліджень (О. Кочарян, Т. Крилової, С. Фролова, В. Павленко) уможливує висновок про те, що найпродуктивнішими в забезпеченні успішності навчальної діяльності є внутрішні мотиви, які відображають особистісне ставлення студента до навчальної діяльності, і професійні мотиви, що являть собою своєрідну сполучувальну ланку між навчальною діяльністю та майбутньою професійною діяльністю.

На підставі досліджень зазначимо, що для підвищення навчальної мотивації студентів під час навчання математичних дисциплін важливо: підтримувати постійний інтерес до навчання, застосовуючи різноманітні методи і форми навчання; забезпечувати прикладну та професійну спрямованість викладання дисциплін для посилення зацікавленості студентів до інженерної професії; використовувати в процесі навчання засоби ІКТ.

На формування мотивації й пізнавального інтересу студентів найбільш успішно впливає організація на заняттях роботи пошукового та дослідницького характеру під час розв'язання задач прикладного або професійного спрямування із застосуванням засобів ІКТ. Розв'язання таких задач створює умови для вияву творчої активності студентів, що виражене в прагненні пізнати об'єктивно нові факти, використовуючи теорію наукових досліджень.

Прикладом реалізації професійної спрямованості в навчанні вищої математики у розділі «Інтегральне числення функцій однієї змінної» бакалаврів напряму підготовки 184 «Гірництво» може бути задача, що представлена нижче.

Задача 1. Визначити площу перерізу корінного штреку, закріпленого арковим трицентрованим кріпленням, якщо під дією гірського тиску кріплення набуло форми параболи; розміри перерізу  $H = 2,96$  м,  $a = 1,65$  м.

Професійно спрямованою для бакалаврів напряму підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» є задача на екстремум функції однієї змінної в навчанні математичного аналізу.

Задача.2. Три резистори опорами  $R_1, R_2, R_3$  з'єднані паралельно. Опір  $R_1$  у 9 разів більший від опору  $R_2$ . Якщо всі три резистори з'єднати послідовно, то опір ланцюга дорівнює  $R$ . Визначити опори резисторів, за яких еквівалентний опір ланцюга в разі паралельного з'єднання резисторів буде найбільшим.

Отже, підвищенню мотивації навчання математичних дисциплін студентів інженерних спеціальностей значною мірою сприяє реалізація прикладної та професійної спрямованості навчання.

Т.В. МЕЛКУМОВА, канд. філол. наук  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## КОМПОНЕТИ ГОТОВНОСТІ ДО ТВОРЧОЇ ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Г. Батишев, В. Безрукова, Е. Зеєр, Н. Кузьміна, А. Сейтешев, О. Коваленко сформулювали базові теоретичні аспекти інженерно-педагогічної діяльності. У сучасній вітчизняній науці аспекти інженерно-педагогічної діяльності розглядають І. Бендера, Н. Брюханова, І. Каньковський, О. Коваленко, М. Лазарєв, В. Лобунець, Н. Ничкало й ін. Шляхи розвитку технічної творчості аналізують А. Верхола, В. Гасперський, В. Горський, Я. Таленс та ін. Дослідження технічної творчості майбутніх фахівців технічних спеціальностей проводять О. Джеджула, М. Козяр, І. Нищак, Г. Райковська, В. Сидоренко й ін.

Педагогічна діяльність охоплює два основні напрями професійно-педагогічної підготовки майбутнього викладача: освітньо-пізнавальний, що має на меті самовдосконалення педагога, і творчо-перетворювальний, який передбачає вдосконалення педагогом рівня його особистісної готовності. В. Лозова та Г. Троцько розуміють професійно-педагогічну підготовку як систему, що характеризується взаємозв'язком і взаємодією структурних і функціональних компонентів, сукупність яких визначає особливість, своєрідність, що забезпечує формування особистості студента відповідно до поставленої мети – вийти на якісно новий рівень готовності студента до професійної діяльності [3, с. 144].

Проблему формування готовності особистості до певної діяльності досліджувало багато вчених. Психологи називають готовністю таку якість особистості, що визначає настанови на професійні ситуації та завдання або наявність певних потенціалів особистості до певної діяльності, якісний показник саморегуляції на соціальному, психологічному, фізіологічному рівнях. Подекуди науковці співвідносять термін «готовність» із терміном «компетенція». В узагальненому виді поняття професійної компетентності педагога виражає єдність його теоретичної й практичної готовності до здійснення педагогічної діяльності, характеризує його професіоналізм, зазначає Б. Ананьєв [1, с. 40].

Структурними компонентами професійно-педагогічної підготовки викладача є конструктивний, дослідницький, інформаційний, організаторський, комунікативний, творчий. Компонентами готовності до педагогічної творчості є знання викладачем предмета та способів творчої діяльності; наявність практичних умінь і навичок творчої діяльності; когнітивна, мотиваційна, емоційно-вольова й особистісна сфери викладача; система цінностей, що визначають ставлення педагога до оточуючої дійсності. Виділяють такі основні компоненти творчих умінь інженерів-педагогів: інтелектуально-логічні вміння (аналізувати, синтезувати, виконувати розумові операції порівняння, виділяти головне, основне, описувати явища, процеси, систематизації, класифікації, абстрагування, конкретизування, узагальнення); інтелектуально-евристичні вміння (формування гіпотез, генерування оригінальних ідей, фантазування, асоціативність мислення, незалежність суджень, переносити знання та навички в нові ситуації, бачити протиріччя, проблеми); комунікативно-творчі вміння (переконувати інших у процесі творчої дискусії, оволодіння досвідом інших людей, швидко засвоювати раціональні методи і прийоми творчої діяльності, співробітництва, продуктивне спілкування, успішно вирішувати конфліктні ситуації під час колективної творчої діяльності) [2].

Професійно-педагогічна готовність і творчі вміння, які є найважливішим професійно-значущим компонентом готовності викладача, визначають становлення особистості педагога, успішність оволодіння творчими знаннями й навичками і, в результаті, досягнення вершин професійної майстерності.

### Список літератури

1. **Ананьєв Б. Г.** Человек как предмет познания / **Б. Г. Ананьєв.** – Санкт-Петербург : «Питер», 2001. – 288 с.
2. **Кохан Л. В.** Розвиток творчих здібностей особистості засобами структурно-логічних схем у процесі вивчення гуманітарних дисциплін [Електронний ресурс] / **Л. В. Кохан.** – Режим доступу : [file:///C:/Users/user/Downloads/znpkhnpu\\_ped\\_2013\\_44\\_4.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/znpkhnpu_ped_2013_44_4.pdf).
3. **Лозова В. І.** Теоретичні основи виховання і навчання : навч. посібник [для студентів пед. навч. закладів] / **В. І. Лозова, Г. В. Троцько.** – Харків : «ОБС», 2002. – 400 с.



**БОГДАН ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ – ФУНДАТОР УКРАЇНСЬКОЇ КОЗАЦЬКОЇ ДЕРЖАВИ**

Загальноновизнаним лідером українського народу у війні проти Речі Посполитої сер. 17 ст. був Зиновій-Богдан Хмельницький. Виходець із сім'ї українського православного шляхтича, добре освічений, він обіймав високі посади у реєстровому війську, був відомий своїми військовими та дипломатичними здібностями. «...Богдан Хмельницький - козак розторопний у справах козацьких воєнних,» - писали про нього. Навіть вороги визнавали, що поміж козаків не було рівного Б.Хмельницькому за здібностями і розумом. Але все це аж ніяк не захистило його від переслідувань з боку польської адміністрації. Проте не особисті образи примусили його очолити визвольну війну. Його історична заслуга полягає в тому, що він зрештою піднявся до розуміння потреб України, її людної й усіх верств.

Гетьман Б. Хмельницький був тією історичною особою, з ім'ям якої пов'язано формування української державності в етнічних межах України (сер. 17 ст.). Коли ж така держава постала, пріоритетними стали інші завдання: розбудова держави та відстоювання самого її існування. Зрештою, вже в ході української національної революції Б. Хмельницький висунув власну програму будівництва Української козацької держави, в основі якої лежала ідея української соборності, й тим самим на практиці синтезував ідею старої України-Русі з ідеєю нової козацької державності.

Національно-визвольну війну вело суспільство, яке було соціально різнобарвне. Проте спільні антипольські та антикатолицькі інтереси об'єднували учасників війни й різні класові групи населення і, як наслідок, сприяли консолідації національних сил. Її завдання були виразно проруськими (проукраїнськими). Правильне уявлення про них дають офіційні, певною мірою програмні заяви Б. Хмельницького, сформульовані ним уже на переговорах з комісарами польського уряду в Переяславі в лютому 1649 р. Досі всі соціальні групи населення України, які брали участь у війні, палко бажали позбутися залежності від Польщі та польських феодалів і створити власну православну українську, тобто національну, державу. Прагнучи вигнати польських магнатів з території України і спираючись на підтримку українського народу, Б. Хмельницький заявив: «Виб'ю з лядської неволі народ руський, спочатку я воював за шкоду та кривду свою, тепер буду воювати за нашу православну віру... Ставши над Віслою, скажу ляхам: сидіть та мовчіть, ляхи! Дуків та князів туди загоню, а будуть і за Віслою брикатися, найду там обов'язково. Не залишиться тут, в Україні, ноги жодного князя чи шляхтича, а якщо хтось з них зажадає хліб з нами їсти, хай же буде слухняним Запорізькому війську...».

Гетьман Б.Хмельницький збудував суверенну Українську державу.

Зборівський мир надав Україні статус *автономії* у складі Речі Посполитої, а це вже було неабияким завоюванням.

Вже на початку 1649 р. у Б. Хмельницького визріли державницькі ідеї, головна з яких полягала в тому, щоб а) здобути незалежну державу та б) звільнити український народ, «вибити з лядської неволі весь народ руський».

Держава отримала свою офіційну назву – Військо Запорізьке.

Державним гербом стало зображення козака з шаблею на боці та рушницею на плечі.

Роль офіційного прапора відігравав стяг гетьмана.

Гетьманська держава мала свою столицю – м. Чигирин.

Протягом війни гетьман практично завершив будівництво нової держави.

Отже, головним підсумком національно-визвольних змагань українського народу протягом 1648 – 1657 рр. було створення національної держави з козацьким устроєм, зі своєю територією в межах етнічних земель, державними кордонами, населенням, політичною владою, армією, законами, міжнародним визнанням тощо. Однак, виникнення нової держави підштовхнуло сусідні країни – Росію, Польщу, Туреччину, Крим – до зазіхань на українські землі. Гетьман Б. Хмельницький помер у 1657 р., залишивши Українську державу на роздоріжжі історичних шляхів.

Доповідь присвячено дослідженню історичній заслугі Богдана Хмельницького, з ім'ям якого пов'язано формування української державності в етнічних межах України.

## РЕАБІЛІТОВАНИЙ ПОСМЕРТНО. ГЕНЕРАЛ П.Г. ПОНЕДЕЛІН

Одним із тих, для кого слова Сталіна «В Радянській Армії немає військовополонених, а є тільки зрадники!» стали словами вироку, був і генерал-майор Понеделін – командуючий 12-ї армії, який потрапив у полон в районі Умані в серпні 1941 року.

З 1941 р. по 1945 р. місцем перебування П. Г. Понеделіна стали нацистські концтабори. Після звільнення американцями, 16 травня його доправили до Москви, де посилили у гуртожиток-пансіонат НКВС для проходження перевірки в органах НКВС. Незабаром П. Г. Понеделіна було перевезено до в'язниці. Військова прокуратура пред'явила звинувачення у зраді Батьківщини. Підставою став виданий ще 16 серпня 1941 р. Ставкою Верховного Головнокомандування наказ №270: «генерал-лейтенант П. Г. Понеделін, який командував 12-ю армією, потрапивши в оточення ворога, мав усі можливості пробитися до своїх, як це зробила переважна більшість частин його армії. Але П. Г. Понеделін не виявив належної наполегливості й волі до перемоги, піддався паніці, злякався і здався у полон ворогу, здійснивши таким чином злочин перед Батьківщиною, як порушник військової присяги» [1, 121]. Військова прокуратура долучила до справи свідчення начальника штабу 12-ї армії генерала Б. І. Арушаняна, командира 99-ї стрілецької дивізії П. П. Опякіна та командира полку 99-ї сд. Р. Ф. Жовніра [1, 122]. На підставі їх показів П. Г. Понеделіну заочно було винесено смертний вирок.

Слідство по справі генерала Понеделіна тривало п'ять років. Перший допит, відбувся 24 липня 1946 року (після семи місяців ув'язнення) [2, 364]. В матеріалах справи в подробицях описано полон генерала, його перебування в концтаборах, зустрічі з німецькими воєначальниками, невдалі спроби агітації співпраці з їхнього боку та ряд інших моментів. Всі обвинувачення пред'явлені слідчими, П. Г. Понеделін спростовував ґрунтовними відповідями, які сьогодні підтверджуються архівними документами.

Проте для обвинувачення, це не стало перепоною. Одним із головних доказів вини генерала став його щоденник. Генерал вів його у полоні і декілька разів його вилучали нацисти. Приблизний його зміст, на думку слідчих, був таким: окрім аналізу військових дій, причин поразки 6-ї і 12-ї армій, була надана й оцінка глибинних соціально-політичних процесів в СРСР, зокрема таких як колективізація, репресії проти вищого офіцерського складу, прорахунки керівництва країни у невдалій фінській кампанії, відсутність компетенції з боку декого з керівників партії та ряд інших, що в цілому було не на користь П. Г. Понеделіна.

На суді Павло Григорович Понеделін, рішуче відкинув, як наклепницьке, звинувачення, неначе б то він дезертирував з поля бою, що відомостей про стан своїх армій німецькому командуванню не давав, антирадянською агітацією серед військовополонених не займався. Єдине у чому він, генерал Понеделін, вважав себе винним, так це в тому, що не знайшов у собі сили волі покінчити з собою в ті фатальні хвилини, коли німецькі вояки наблизились до нього. Вирок суду був один – розстріляти.

Минуло шість років і у 1956 р. по справі П. Г. Понеделіна було проведено додаткове розслідування. Показання Арушаняна, Опякіна і Жовніра були спростовані начальником штабу 6-ї армії генералом М. П. Івановим, командуючим 6-ю армією І. Н. Музиченком, членом Військової Ради М. К. Поповим і багатьма іншими свідками. Колишній начальник особливого відділу 13-го стрілецького корпусу Шишацький показав, що командуючий групою військ разом з іншими офіцерами потрапив у полон під час бойової сутички з ворожими солдатами, які прорвалися в розташування командного пункту [1, 123]. Військова колегія своїм рішенням від 29 лютого 1956 р. скасувала вирок, винесений П. Г. Понеделіну, за відсутністю в його діях складу злочину. Павла Григоровича було посмертно реабілітовано.

### *Список літератури*

1. Витяз з слідчої справи Понеделіна П. Г. / Уманський краєзнавчий музей. – Ф. 13711. – Спр. 4817. – Арк. 121, 122, 123.
2. **Лискин Ю. А.** Тайники Великой Отечественной. Командарм Понеделин и другие. / **Ю. А. Лискин.** – М., Спутник, 2010. – 511с.

**Секція 16 - ФІЛОСОФСЬКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ  
ТА СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ**  
УДК 007-029:1

В.Ф. КАПІЦА, д-р філос. наук, професор  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

**СТВОРЕННЯ СТАНДАРТИЗОВАНИХ НООСФЕРНИХ ПРОГРАМ З РОЗРОБКИ  
НОО-КІБЕРНЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Даний Проект є третім в серії комплексних досліджень за тематикою створення ноосферно-технологічної інфраструктури постіндустріального типу на базі такого найбільш розвинутого в Україні промислово-індустріального комплексу як Кривбас. Тема Проекту «Дослідження інформаційно-наукових засад ноосферної методології зросту знань та створення стандартизованих ноо-програм і ноо-кібернетичних технологій подвійного призначення». За своїм типом – це комплексне фундаментально-прикладне дослідження міждисциплінарного характеру. Організація-виконавець ДВНЗ «Криворізький національний університет», автор і керівник проекту – д.ф.н., проф. В.Ф.Капіца. Орієнтований обсяг фінансування – 4,5 млн.грн, плановий прибуток за 3-х річний термін виконання Проекту становить 21,84 млн.грн, за 5-ти річний період – 494,38 млн.грн.

Детально проаналізований стан досліджень за обраним напрямом, результати, що отримані автором Проекту з реалізації основної проблеми, мети і завдань, основні ідеї та робочі гіпотези Проекту, підходи, методи та особливості проектного дослідження. Докладно розглянути особливості структури та складових проведення досліджень, включаючи основні теоретичні концепції, закономірності, моделі та інші положення науково-дослідної методології. Доведена наукова новизна результатів та практична цінність дослідження для економіки і суспільства. Здійснене фінансове обґрунтування витрат для виконання робіт, можливості залучення інвесторів та укладення господарств. Зафіксовані основні етапи виконання НДР за період 2017(18) - 2020(21) рр. реалізації Проекту.

Основний контент. Досліджується створення інформаційно-наукових засад ноосферної методології зросту знань, показано інформаційно-семантичне програмування ноо-знань на основі дискурсивно-унормованих стандартів ноосферного мислення і ноо-пізнання. Представлено створення ноо-кібернетичних технологій (НКТ) з практиковиробництва ноо-інновацій, ноо-освіти, ноо-управління соціосферою, оперування активними об'єктами через задіяння ноофакторів креативними суб'єктами.

Наукова і практична цінність результатів: (1) Інтенсифікація наукового прогресу, що представлено різким зростом наукових знань: з 3 – 4-го фізичного рівня до 5-7-ї онтологічної вимірності. (2) Поглиблення науково-методологічного базису науки при створенні засад ноо-науки. (3) Ноо-методологічна технологізація інформаційно-синергетичних ресурсів і квантово-польових синергій, продукування вищих ноо-здібностей на основі ноо-імпрінтингу і креативно-фазових синтезів. (4) Здійснення «вищої модернізації» виробництва з його підняттям з 1-2-го рівнів (добуваючо-переробного) і 4-го (інформаційного) на 5-й рівень виробництва ноо-інновацій, на 6-й рівень інноваційно-креативної реалізації (ебілітивне) і на 7-й рівень ноо-технологічного практиковиробництва на основі НКТ.

Цінність очікуваних результатів. Для світової науки полягає в актуалізації глобалізованої реальності нового типу – це «розумний ноореалогнозис», що наукометрично та епістемологічно операційно самоскерується в позитивному гомеостазисі свого існування. Для вітчизняної науки – це встановлення національного пріоритету та входження у число найбільш технологічно розвинених країн світу. Для підготовки фахівців у системі освіти і наукових працівників представлена розробкою двох навчальних програм: з ноо-освіти (для магістрантів), з ноо-науки (для аспірантів і докторантів) в аспекті навчальної дисципліни «Філософія науки та інновацій». Остання розроблена та апробована на ноонауковому підґрунті і представлена у 4-х монографіях: «Філософія науки та ноосферно-наукові інновації в мисленні і пізнанні», «Філософія науки як ноосфера інноваційного мислення і ноо-пізнання», «Філософія науки: інноваційна методологія та епістемологія ноосферного зросту знань», «Філософія і методологія ноонауки: інноваційні науково-дослідні програми і ноо-технології», що апробовані і довели свою науково-практичну цінність.

**ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ РОЛЬ КРЕАТИВНОСТИ И ФИЛОСОФСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ В СТАНОВЛЕНИИ НООСФЕРНОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ**

Сущностные качества человека исторически взаимообусловлены и предопределяются его занятостью в сферах материального производства в границах общества определенной цивилизации. При этом в каждой эпохе классового общества в основных сферах хозяйственной деятельности имеет место разделение и распределение видов труда, характер и содержание которого формирует устойчивые социальные группы работников, различающихся степенью употребления своих умственных и физических усилий. В это же время сложился специфический слой общества – интеллигенция, традиционно имеющая монополию на умственный труд, связанный с производством новых знаний, просвещением, управлением, созданием произведений искусства.

В современную эпоху отмечается масштабное возрастание роли человеческого разума во всех сферах жизни социума. На это обратили внимание известные ученые начала XX века Тейяр де Шарден и В.И.Вернадский. Они пришли к выводу о том, что человек своим трудом переводит биосферу Земли в новое геологическое состояние – ноосферу (сферу разума). В настоящее время доминирующее постиндустриально развитое общество постепенно трансформируется и переходит в ноосферное состояние, которое сопровождается неуклонным запросом в новых знаниях, проникающих во все сферы жизнедеятельности индивида. Многие профессии все больше предъявляют повышенные требования не только к квалификации, но также к личностным качествам работника, который должен не просто владеть лишь некоторым стандартным набором знаний, иметь необходимую сноровку, но и обладать креативностью, умением находить нестандартные решения, новаторски совершенствовать орудия труда, улучшать методы работы и организацию производства.

Одним из перспективных способов позитивного решения данной задачи является сочетание сугубо профессионального обучения человека с прочным философским образованием, которое оказывается ключевой платформой для развития его креативности, творческих способностей. Несмотря на углубляющуюся в наше время дифференциацию отраслей знания, в данной ситуации именно философия ориентирует и вооружает человека пониманием всей глубины взаимосвязи элементов мир - системы, она раскрывает ему универсальные законы, а также принципы развития природы в целом, оберегает общество от потери мировоззренческой ориентации. Чрезвычайно важную роль в формировании креативных качеств индивида выполняет философская гносеология, освоение которой служит для субъекта ориентиром в последовательности ступеней познавательного процесса и зарождения интуиции, вооружает его методами исследования, помогает избежать ошибки на пути к истине в каждой конкретной науке. К сожалению, недооценивают данное обстоятельство украинские руководители и методисты сферы образования, исключившие в ВУЗах предмет философии в качестве обязательного для изучения, в частности, в профессиональной подготовке горняков, шахтостроителей, металлургов.

Современные философски мыслящие ученые, работающие на стыке наук, чаще всего совершают прорывные открытия. Например, ими созданы и применяются образцы робототехники с искусственным интеллектом. Авторитетные украинские исследователи Юлия и Владимир Бех убеждены, что интеллектуальные технологии производят разум второго порядка, который способен выполнять творческие функции. В условиях становления ноосферы наблюдается постепенное стирание граней и различий между содержанием и результатами деятельности интеллигенции и представителей профессий физического труда, особенно в высокотехнологических сферах производства, где нередко зарождаются новые идеи, догадки, удачные комбинации веществ и сил природы. Следовательно, философски обогащенный разум креативно действующего человека, владеющего любой профессией, оказывается востребованным, он опредмечивается и реализуется на практике, а сама ноосфера постепенно пополняется и содержательно обогащается новыми знаниями, при этом остается открытой для использования ее потенциала любым жителем планеты

О.А. МОРГУН, канд. філос. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ФІЛОСОФСЬКО-СВІТОГЛЯДНИЙ ЗМІСТ ТРАНСФОРМАЦІЙ ОСВІТНЬОЇ СВІДОМОСТІ**

Філософсько-світоглядний аналіз інновацій у сфері освітянської свідомості, котра набуває все більш європейських ознак у ході модернізації національної вищої освіти, дозволяє визначити такі основні підходи до визначення змісту трансформацій в освітній свідомості :

Антропогенний підхід . Цей підхід пропонується для реалізації в таких аспектах розвитку і прогресивній трансформації освітньої свідомості.

рефлексології свідомості людини і людського мислення, що вдосконалюється шляхом навчання;

природного людинознавства”, виходячи з природного „рефлексу пізнавальності” і „рефлексу дослідництва”, які трансформуються в само усвідомлений „рефлекс навчання”;

педагогічної інноваційної творчості і нахилу до творчості в навчанні студентів, доведених до рівня осмисленої творчості;

Інтернет-навчання за відповідними інформаційними технологіями.

В антропологічному аспекті, але вже в модифікації „сталого людського розвитку”, розуміється підхід духовно-інтелектуального розвитку людини; він реалізується за цінностями сталого людського розвитку або безперервного духовно-інтелектуального зросту. У цього підході задіюються:

освітянсько-просвітницька традиція в Україні XIX – XX століть;

демократичні цінності національної освіти в Україні, які були створені на Києво- Могиллянському підґрунті;

соціальність освіти” та її роль у соціальному розвитку суспільству;

зв’язок освіти й науки в контексті розвитку освітянських технологій на науковому підґрунті;

світоглядні цінності освіти представлені і розвинуті у філософсько-методологічному аспекті;

освіта як інтегруючий фактор суспільства (інтегративно-патріотична функція освіти), дія якого веде до соціальної відкритості суспільної системи і одночасно – до інтегративного вираження національних інтересів і формування єдиної національної суспільної свідомості;

„Університетський підхід” у новому розумінні „ідеї університету”, що закладає підвалини „системності освіти” в її суспільній інфраструктурі, в якій і саме суспільство орієнтує освіту на системну організацію в напрямку формування „культурних універсалій” у системі культури, а далі – в орієнтації на „загальність” освіти в інтелектуально-раціоналізованому суспільстві.

Соціальний підхід, який реалізується у вищих навчальних закладах України через гуманітарні, соціологічні, психологічні Центри.

Філософсько-історичний підхід, заснований на відповідній парадигмі вищої освіти. Підхід, заснований на „управлінні знаннями” шляхом вироблення „практичних знань” у вигляді „когнітивних практик”. За таким підходом здійснюється перехід від загальнотеоретичного, методологічного знання до знання практичного на підґрунті самостійної роботи студентів і набуття ними практичних навичок прикладного знання в опредмеченій формі.

Зараз формується новий психо-технологічний навчальний підхід, заснований на психології освітнього менеджменту. Він перш за все орієнтований на психологічну імобілізацію інтелектуальних ресурсів „суб'єктів управління” навчальним процесом.

Нові форми освітньої свідомості складають базову структуру сучасного освітянського модерн-світогляду в якості його складових. На основі проведеного соціально-філософського аналізу підходів до визначення змісту трансформаційних процесів в освітній свідомості, можна зробити висновок, що на подібному духовно-світоглядному підґрунті і можливо практично здійснювати „освітянську трансформацію” в системі національної вищої освіти.

**ЕКОЛОГІЧНА ЕТИКА В СИСТЕМІ ОСВІТИ СТУДЕНТІВ ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ**

Сучасний світ є світом невизначеності та ризиків, у якому кількість екологічних загроз невинно зростає. При цьому значення впливу діяльності людини на ці процеси неможна недооцінювати. Завдання вищої школи (у першу чергу, технічного спрямування) полягає як у тому, щоби надати молоді певний обсяг професійних знань, так і в тому, щоби сформувати у студентів навички самостійного наукового аналізу навколишнього середовища в контексті взаємодії суспільства і природи. Важливо допомогти молоді усвідомити проблему необхідності врівноваження впливу людини на природу. Таким чином, необхідно не тільки надати певні знання, а й змінити стереотипне мислення, сформувати нову екологічну культуру, що виявляється в системі духовних цінностей, в характері і результатах людської діяльності, спрямованої на пізнання та перетворення природи. Зауважимо, що більшість екологічних проблем відносяться до міждисциплінарних, що потребують не вузько професійного вивчення, а панорамного філософського бачення, врахування економічних, політичних, культурних, соціальних, етичних факторів, що впливають на природне середовище. Однібічне вивчення екологічних проблем не сприяє їхньому вирішенню.

Серед навчальних дисциплін вищої школи особливу роль в даному контексті може і повинен відіграти курс «Екологічна етика», що у якості наукового напрямку почала формуватися у 70-х рр. ХХ ст., маючи на меті осмислення причин і наслідків екологічної кризи та шляхів її подолання. Курс екологічної етики став невід'ємною частиною сучасної європейської освіти. Він ґрунтується на спеціальних теоретичних і практичних знаннях з відповідної спеціальності, включає індивідуальні та групові форми дослідницької роботи, а саме: обґрунтування системи моральних вимог та пріоритетів для певної професійної діяльності у промисловому регіоні, оцінка навколишнього середовища, визначення долі окремих джерел його забруднення, прогнозування впливу антропогенних факторів на екосистеми.

Серед підходів до вивчення та вирішення екологічних проблем найефективнішим, на наш погляд, є інтердисциплінарний, що дозволяє студентам знайти загальні ціннісні імперативи й інтегрувати різні аспекти бачення проблеми. Інтердисциплінарний підхід повинен ґрунтуватися на особливих принципах: 1 – принцип відповідальності, що вимагає від спеціаліста виваженого підходу до ухвалення тих чи інших професійних рішень та особистої відповідальності за їхні наслідки; 2 – принцип прогнозування стратегічних наслідків, тобто позитивних наслідків у довготривалій перспективі; 3 – принцип екологічності дій, що полягає у врахуванні впливу прийнятого рішення на інші об'єкти; 4 – принцип всебічного дослідження, який передбачає детальний аналіз ситуації представниками різних галузей, з метою більш глибокого розуміння проблем і відповідно більш вдалого вирішення проблеми; 5 – провідний принцип – принцип аксіологічних пріоритетів, тобто знаходження етичних імперативів не з позицій антропоцентризму, а з позицій етики «благоговіння перед життям» (А. Швейцер), з позицій сталого розвитку та загальнопланетарного блага (В. Вернадський). Визначені принципи дозволять сформувати етику наукового співробітництва та сформувати у студентів певний рівень екологічної культури. Великий вплив на формування екологічної культури має, на нашу думку, емоційний компонент навчального процесу. Дослідницькі проекти у місці проживання студента викликають інтерес, зацікавленість, а у разі успішного його завершення – почуття задоволення, співпричетності до важливої справи, усвідомлення власної ролі у практичних справах. Активні форми проведення занять з екологічної етики сприятимуть формуванню у молоді ціннісного підґрунтя майбутньої професійної діяльності, глибокого світорозуміння та панорамного світогляду.

Отже, вивчення екологічної етики сприятиме розвитку цілісного бачення природоохоронних проблем та усвідомленню взаємовпливів соціальних, культурних, економічних і власне технічних факторів розвитку біосфери студентами промислових регіонів.

Екологічна етика може стати основою успішної професійної діяльності у сфері промисловості та мінімізації негативного впливу діяльності на довкілля і здоров'я людини.

А.Н. КОМИСАРЕНКО, канд. филос. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ УКРАИНСКОЙ ДЕМОГРАФИИ

Население государства часто называют «человеческим капиталом». Каждые 20-25 лет демография любой страны должна полностью обновляться. Население Украины официально в 1991 составляло 52 млн. чел. На сегодня, в 2018, украинское население сократилось до 42 млн. чел. За 27 лет «человеческий капитал» Украины уменьшился на 10 млн. чел. Статистика убыли украинского населения демонстрирует нам очень высокие темпы вымирания населения страны. По официальным данным Департамента ООН народонаселение Украины сокращается на 400 человек в сутки [1]. При сохранении таких тенденций, украинский социум исчезнет полностью примерно через 50 – 70 лет. То есть, к концу XXI в. есть большой риск того, что Украина просто перестанет существовать.

«Человеческий капитал» Украины не обновляется и не имеет постоянного прироста. Причины такой высокой тенденции убыли украинского населения: 1) массовый выезд народа на ПМЖ за границу уже не по одиночке, а целыми семьями; 2) низкая рождаемость и высокая смертность; 3) низкое качество и дороговизна медицинского обслуживания; 4) безработица; 5) вымирание по причине алкоголизма и наркомании; 6) суициды; 7) коррупция и отсутствие социальных лифтов для молодых специалистов; 8) война на территории Украины; 9) инфляция и рост цен; 10) отсутствие стабильности и нормальной программы социально-экономического развития Украины в будущем. То есть, негативные социально-экономические и политические факторы являются причиной тотального сокращения украинского населения.

Теперь обратимся к официальной, украинской политике. Ведущая идеология и политическая доктрина Украины на протяжении 27 лет – это национализм. Национализм, как политическое учение, основой общества и государства считает национальные факторы (язык, традиции и история) [2; с. 350]. Как следствие, националисты игнорируют экономику, сельское хозяйство, производство и промышленную индустриализацию. Для национализма высшей ценностью являются национальные особенности, а не живые люди, населяющие государство. Поэтому нет необходимости создавать для людей жизненные условия, рассчитанные на полное или частичное физическое обновление «человеческого капитала». Этот смертельный парадокс в идеологии национализма приводит к «гибридному геноциду» украинцев как нации.

Понятие «геноцид» обозначает: «действия, совершаемые с целью уничтожить, полностью или частично, какой-либо национальной, этнической, расовой, религиозной группы» [2; с. 110]. Вывод прост: на Украине вот уже 27 лет проводится тотальный, умышленный, планомерный геноцид украинского населения под руководством радикального национализма.

Закон политологии гласит: чем меньше население, тем сложнее сдерживать границы и территорию государства. Через 10 лет, возможно, будет критическая точка невозврата, когда Украина просто не сможет удержать свою территорию. Потеряв сначала население, потом, утратив территорию, – мы придём к тому, что Украина будет мёртвой страной и мёртвой культурой.

Возможные социально-политические пути решения проблем украинской демографии: 1) «Проект Чехии» – мирное и официально узаконенное разъединение Украины на Запад и Восток, ради прекращения войны и кровопролития. 2) проект «Соединённые штаты Украины» (СШУ) – полная федерализация Украины. Сегодня Украине нужны не новые революционные майданы. Для решения проблем украинской демографии необходимы глубокие основательные социально-политические и экономические реформы.

### *Список литературы*

1. Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН: Отдел народонаселения [Электронный ресурс] / Счетчик населения Украины. – Режим доступа : <http://countrymeters.info/ru/Ukraine>
2. Краткий политический словарь / Абаренков В. П., Абова Т. Е., Аверкин А. Г., и др.; Сост. и общ. ред. Л. А. Ониква, Н. В. Шишлина, – 6-е изд., доп. – М.: Политиздат, 1989. – 623 с.

**ПОЛІТИЧНА КУЛЬТУРА НОСІВ ВЛАДИ УКРАЇНИ В СИСТЕМІ ФАКТОРІВ  
ВПЛИВУ НА РОЗВИТОК НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ**

Для українського суспільства починаючи з 1991 р. є актуальними низка питань, серед яких можемо назвати питання про межі відповідальності та можливості сучасної української держави по відношенню до приватного бізнесу з точки зору необхідності створення політико-культурно-економічної моделі устрою останньої. Втім, в цю систему залежних елементів держава – приватний бізнес, бажано додати і суспільство.

Елементи згаданої системи є носіями певного виду відповідальності. Держава контролює адміністративну відповідальність громадян, приватний бізнес – економічну а суспільство – соціальну. Відповідним чином розподіляються і сфери відповідальності кожного з цих елементів: сфера відповідальності суспільства охоплює різні покоління громадян; сфера відповідальності приватного бізнесу обмежується працездатним населенням; і лише для держави ця сфера має хронологічно необмежений, тобто транстемпоральний характер, і відповідно охоплює представників різних поколінь людства та поширюється на всю територію країни.

Існує низка загальносвітових факторів, які невилюють можливості держави впливати на сферу національного приватного бізнесу. Перш за все, це – процес глобалізації та пов'язаний з ним процес розширення сфери діяльності транснаціональних корпорацій в межах національних економік. В зворотньому напрямі на взаємовідносини держави та приватного бізнесу діє і фактор світової рецесії. В умовах кризи до держави стали пред'являтися серйозні претензії, пов'язані з її відповідальністю за стан національної економіки. Бізнес спільнота України формує запит, щодо підсилення ролі держави в упорядкуванні економічного середовища.

Але спостерігаючи за останніми діями української держави, виникає сумнів, наскільки коректною є така постановка питання по відношенню до нашої держави. Перш ніж говорити про місце держави в регулюванні національного бізнес середовища, потрібно відповісти на питання: по-1-е, держава – це хто, по-2-е, як визначається державний інтерес з точки зору захисту інтересів різних поколінь громадян України?

На превеликій жаль, сучасна держава – це утворення, в якому дроблення інтересів і цілей державних органів досягло жахливих розмірів. Процеси, характерні для «економіки фізичних осіб», перетворилися на процеси, характерні для «держави фізичних осіб». Потужні чинники особистих інтересів чиновників домінують над слабкими сигналами інтересів держави. Дроблення держави призводить в окремих випадках до корупції, а в цілому – до «спотвореного приватними інтересами» ухвалення рішень усіма гілками державної влади. Насправді суб'єктність держави, як цілісного утворення, що має прерогативи і несе відповідальність, майже повністю втрачена. У цьому сенсі говорити про відповідальність держави практично не можливо. Передусім мова повинна йти про необхідність консолідації держави, про оформлення її інтересів і встановлення механізмів і важелів просування цих інтересів у приватний бізнес та суспільство, які в свою чергу повинні консолідувати і фіксувати свої інтереси та просувати їх по відношенню до інших учасників системи. В той же час повинна формуватися і структура взаємної відповідальності всіх зацікавлених сторін. Зараз ця структура більше нагадує кругову поруку, чим взаємодію трьох відповідальних суб'єктів-учасників системи.

Стосовно важелів самої держави, які нібито були загублені у зв'язку з процесами глобалізації і посиленням впливу транснаціональних корпорацій на національні економіки, то, думається, що важелі цього впливу не ослабли. Ослабло дотримання закону. Існуюча у нас «держава фізичних осіб» демонструє здатність ефективно діяти в інтересах окремих осіб. В інтересах деяких з цих осіб вона здатна створювати і руйнувати цілі міністерства і галузі народного господарства. Йдеться про те, що вплив держави на бізнес на рівні окремої людини зберігає колосальні масштаби. В таких умовах говорити про консолідацію і єдність державних інтересів важко.

Оскільки держава – це орган, якому довірено сьогодення і майбутнє приватного бізнесу та суспільства, то відповідно на неї полягає відповідальність в системі «держави – приватний бізнес – суспільство». Втім для створення ідеальної моделі соціально-економічно-політичного устрою, потрібно щоб кожен з носіїв адміністративної, економічної та соціальної відповідальності відчував зобов'язання перед іншими учасниками системи.



**НОВІТНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
У ВИЩІЙ ОСВІТІ**

Протягом останніх десятиліть у вищій освіті відбулася академічна революція. Вона характеризується глобальністю, всеохоплюючим проникненням комп'ютерів та інформаційних технологій, широкими зв'язками з науковими організаціями та виробничими підприємствами. У результаті вища освіта набула характеру конкурентного бізнесу, посилилось змагання університетів за статус і рейтинг. У країнах постіндустріальної економіки сформувалися галузі з виробництва знань, у яких навчальні процеси функціонують на базі новітніх інформаційних технологій. Розвиток високотехнологічних виробництв та інформаційної інфраструктури спричинив масовий попит на вищу освіту. Адже сучасний випускник університету повинен володіти базовими знаннями, які відповідають світовим стандартам освіти, новітніми професійними навичками для активної діяльності у високо динамічному суспільстві.

Сьогодні інформаційні технології (information technology, it) мають вирішальний вплив на вищу освіту. Їх функції можна розглядати у кількох напрямках: як ефективний засіб підготовки висококваліфікованого фахівця, як застосування ІТ для доступу студентів до електронних навчальних матеріалів, а також як набуття студентами різних спеціальностей знань та навичок щодо успішного використання ІТ у майбутній професійній діяльності. Інформаційні технології як засіб підготовки фахівця дозволяють підвищити інтенсивність освіти, оперативно додавати до навчальної літератури найновіші наукові здобутки. У навчальному процесі переважне місце повинні займати комп'ютеризовані навчальні засоби, процедури само тестування і програми контролю знань. Переваги підручників та посібників на електронних носіях тут беззаперечні, оскільки на практиці майже не вдається оперативно включати новітні наукові досягнення у традиційні «паперові» книги, бо термін їх написання та друку часто займає 2 – 3 роки. Можливості сучасних комп'ютерних програм дозволяють створювати повноцінні «електронні підручники» - мультимедійні файли з представленням навчального матеріалу як форматованого гіпертексту з включенням графічних зображень (фотографії, схеми, діаграми, малюнки, креслення), анімації; звукового супроводження (голос, музика, звукові спец ефекти), відеозаписів (відеофільми, відеоролики). Інформаційні технології мають також засоби створення систем моделювання ситуацій, комп'ютерних тренажерів для поглиблення студентами одержаних теоретичних знань та набуття навичок прийняття рішень у практичних ситуаціях різної складності. Не менш важливим є використання телекомунікаційних технологій для забезпечення доступу студентів до електронних книжок, лекцій, методичних посібників, тестуючих та моделюючих засобів, для дистанційної консультації з викладачами. Такий доступ реалізується за допомогою локальної мережі ВНЗ, мережі інтернет та технології передачі даних по каналу wi-fi (wireless fidelity – «бездротова точність»).

Напрямок щодо набуття студентами знань та навичок використання ІТ слід розглядати як елемент професійної майстерності. Якісне навчання студентів пов'язане з потребою невідкладного доступу до бази даних нормативно-правового характеру, причому документи повинні бути у актуальному стані, тобто з усіма змінами та доповненнями. Також студент повинен володіти навичками захисту електронного листування.

Застосування інформаційних технологій у вищих навчальних закладах інтенсифікує навчальний процес, орієнтує освіту на розвиток особистості, сприяє розвитку творчого потенціалу майбутнього спеціаліста.

*Список літератури*

1. **Стефаненко П.Ф.** Дистанційне навчання у вищій школі: [монографія] / Павло Вікторович Стефаненко. – Донецьк: ДонН-ТУ, 2002. – 400 с.
2. **The condition of education** 2016. National Center for Education Statistics, U.S. Department of Education NCES 2016-031.– 334p. [Елек- тронний ресурс] – Режим доступу: <http://nces.ed.gov/pubsearch>

## СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНІ ПРОБЛЕМИ МОЛОДІ У СУЧАСНІЙ ДЕРЖАВНІЙ ПОЛІТИЦІ

Сучасні суспільні процеси різко змінили соціальне, матеріальне і політичне становище молоді, тому поняття, що характеризували молодь минулих типів суспільства, потребують сучасного аналізу, переосмислення та уточнення. Соціальне самопочуття молоді є одним з головних показників розвитку суспільства, а проблема формування її свідомості — однією з провідних у соціології. Для того, щоб формування молоді відбувалося адекватно суспільним процесам, необхідно визначити її роль і місце в суспільстві, з'ясувати її труднощі та проблеми. Серед них є традиційні світоглядні питання — кохання, дружба, пошуки сенсу життя, створення сім'ї тощо. Вирішення багатьох проблем залежить від факторів соціального життя. Йдеться про вибір професії, життєвого шляху, самовизначення, професійну мобільність тощо.

Не менш актуальними є соціальні проблеми: здоров'я, освіти молоді, спілкування її з дорослими й однолітками. Вивчаючи молодіжні проблеми, неможливо обходитися простим констатуванням позитивних чи тривожних фактів життєдіяльності молодих людей. Потрібен глибокий системний аналіз буття молоді [1].

Останнім часом загострилося чимало молодіжних проблем серед яких найголовнішими можна виділити: низький рівень життя, безробіття і значна економічна та соціальна залежність від батьків; шлюбно-сімейні проблеми (високий рівень розлучень, сімейних конфліктів) та інші.

Молодіжна політика – складова частина соціально-економічної політики, що відбиває ставлення органів державної влади до проблем молоді, визначає правові, економічні, організаційні основи становлення й розвитку молодих громадян, сприяє найбільш повній реалізації їх здібностей в інтересах суспільства й держави, розвитку молодіжних рухів та ініціатив. Її внутрішні закони, система побудови та механізми сталого розвитку поки що не мають єдиних стандартів і традицій. Молодіжна політика здійснюється з врахуванням важливості залучення молодих людей до її формування, реалізації та розвитку [2].

Модель державної молодіжної політики, що формувалася протягом останнього десятиліття, сьогодні не відповідає масштабу завдань і викликів, що постають перед державою і суспільством. Мозаїчність, що полягає у підходах до формування законодавчої бази, фінансування, створення структур органів по роботі з молоддю, визначенню їх повноважень і функціонала, відсутність чіткої внутрішньої організації знижують ефективність державної молодіжної політики, позбавляють її комплексності і системності.

Політичне самовизначення представників молодого покоління характеризується таким чином: підтримку тим процесам, що відбуваються у молодіжній політиці надають лише 20% опитаних, які згодні з діями влади у цій галузі. 80% респондентів вважають за потрібне внести суттєві зміни до державної молодіжної політики.

Головне завдання, яке має статус першочергового у галузі державної молодіжної політики, полягає у створенні низки базових програм, які б забезпечували ефективний соціальний старт для процесу становлення молоді, а також побудову сприятливих економічних, соціальних, політичних та інших умов, правових гарантій для реалізації молодим поколінням своєї життєвої перспективи, проведення ефективної державної політики підтримки соціалізаційних процесів у молодіжному середовищі.

### *Список літератури*

1. Головатий М.Ф. Молодіжна політика в Україні: проблеми оновлення/ М.Ф.Головатий // К.: Наук. думка, 1993.
2. Орлов В.В. Теоретичні засади державної молодіжної політики як пріоритетного напрямку діяльності держави в сучасних умовах / В.В. Орлов // Держава та регіони. Серія: Державне управління. – 2008. – № 4. – С. 172-176.

О.Г. САПГАРЕЄВА, канд. філос. наук, викладач  
Криворізький коледж Національного авіаційного університет

## НАТУРАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Людина протягом своєї еволюції постійно покращувала й одночасно ускладнювала умови свого проживання, формуючи штучно створене (культивоване) культурне середовище, яке є антропогенним продуктом антропогенеративної людської діяльності.

В умовах стрімкого розвитку промисловості, посиленого розгортанням науково-технічного прогресу та поширенням процесів глобалізації, головна небезпека сучасного людства криється у незворотному руйнуванні природного середовища, рекреаційні можливості якого на сучасному етапі вже майже вичерпано, у обмеженості природних ресурсів, що накладає певні межі на суспільний прогрес, спертий на традиційні способи природокористування. В промисловій сфері найбільшу загрозу для навколишнього середовища становить хаотичний конгломерат недружніх щодо природи технологій, застосування яких супроводжується викидами небезпечних для життя відходів у природне довкілля.

В умовах нагальної потреби знайти адекватну відповідь на екологічний виклик, спричинений антропогенним впливом, необхідними можуть стати відповідні екологічні знання, нова філософія природокористування, сперта, зокрема, на сучасну космологію. Саме новий філософський підхід до даної злободенної проблематики дає нове бачення способів природнього, органічного щодо Природи переходу до нових технологій промислового виробництва, що є дружніми до природнього довкілля і які забезпечують не лише природозберігаючий, але й природовідновлювальний процес, що має стати і соціально прийнятним, і одночасно економічно вигідним.

Одне з найважливіших напрямлень інтеграції України до європейського простору – це еволюція сучасного бізнесу згідно зі стандартами Євросоюзу. Однією з таких стратегій є концепція «сталого розвитку», яка передбачає використання компаніями кліматично дружніх технологій, на що у березні 2017 року Європейський Банк Реконструкції і Розвитку (ЄБРР) оголосив про готовність профінансувати близько 50 проектів. Серед компаній, які вже отримали підтримку ЄБРР – «Ecoisme», «Електрокарс», «Інженерні інновації», «Інститут екології та енергозбереження», «ВТС-Комплект», «Укрцентр-Груп» та інші [1].

Одним з ефективних способів мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище без скорочення величини прибутку або навіть з його збільшенням є комплексна, послідовна, превентивна екологічна стратегія – ресурсоефективне та чисте виробництво (РЕЧВ) [2]. Все більшого поширення у практиці набуває використання біомаси як альтернативного виду палива, спалювання якого не призводить до посилення парникового ефекту та знижує негативний антропогенний вплив на оточуюче середовище промислових підприємств. У порівнянні з 2012 р. в Україні спостерігається помітне зростання долі біомаси у загальному балансі первинної енергії – на 23%, з 1,52 до 1,88 млн. т н.е./рік [3, с. 8].

Це приклад того, як ініційована філософською за своїм походженням ідеєю всезагального зв'язку всього з усім взаємодія низки природничих та технічних наук може надати реальну допомогу сучасній промисловості у впровадженні дружніх до природи, екологічно й соціально прийнятних та економічно вигідних технологій. Та евристичність постнекласичної філософії природокористування даним прикладом далеко не вичерпується.

### *Список літератури*

1. **Б.а.** Екологія і промисловість: Український бізнес за європейськими правилами [Електронний ресурс] – Режим доступу до ст.: <https://pfk.com.ua/ekologiya-i-promislovisht-ukra%D1%97nskiy-biznes-za-yevropejskimi-pravilami/>.
2. **Б.а.** Підходи та практики ресурсоефективного виробництва [Електронний ресурс] – Режим доступу до пос.: [http://77.121.11.9/bitstream/PoltNTU/606/1/%D0%A5%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%B2\\_%D0%9E.%D0%92\\_%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8.pdf](http://77.121.11.9/bitstream/PoltNTU/606/1/%D0%A5%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%B2_%D0%9E.%D0%92_%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8.pdf).
3. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник/За ред. **Г. Гелетука**. – К.: «Поліграф плюс», 2015. – 72 с

К.О. ТЕРЕЩЕНКО, викладач-методист  
Гірничий коледж ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ПОШУК ГАРМОНІЇ ЛЮДИНИ, СУСПІЛЬСТВА ТА ПРИРОДИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ІСТОРІЇ**

Глобальні проблеми сучасного світу залежать значною мірою від суспільних відносин. Це стосується також системи освіти. Тому реформування освіти стало нагальною проблемою та запорукою майбутнього України та світу. Досягнення гармонії в організації суспільних відносин досягається за допомогою духовності в навчальному процесі та стосунках в педагогічному колективі. Досягнути цього можна у викладанні історії через використання основних принципів методології історії: 1. Принцип когерентності полягає у врахуванні взаємозв'язку явищ, речей, процесів при досліджуванні події; 2. Принцип синергії полягає у визначенні процесу взаємодії досліджуваного об'єкту з іншими явищами світу, що не лише взаємопов'язані, а й активно впливають одні на одних; 3. Принцип казуальності, який полягає у з'ясуванні причинно-наслідкових зв'язків, зокрема, при викладанні історії.

Реалізувати їх можна за допомогою розв'язання таких проблем як співвідношення свідомості (розуму) та матерії; дилема випадковості чи довершеності у розвитку людини й суспільства; взаємозв'язок історичного та природного процесів з духовними та моральними чинниками; головні та другорядні причини в історичному процесі; духовність та довершеність світу - фактор викладання суспільних дисциплін.

Тому актуальним стало питання світогляду, в якому розв'язується співвідношення свідомості (розуму) та матерії. Матеріалізм визнає основою буття матерію, а духовне життя є проявом високоорганізованої матерії – мозку. Ідеалізм доводить, що істинне буття належить не матерії, а духовній основі: розуму, волі. Від усвідомлення цього питання залежить пояснення історичного розвитку та розуміння людиною свого місця, своєї поведінки та свого призначення в сучасний період розвитку людства. Цей чинник визначає напрямок викладання історії.

Гармонія буття у Давній Індії та Давньому Китаї проявлялася у: законі Ріти - збереження порядку серед планет та інших об'єктів і встановлення справедливості; «Дгарми» - закону, добродійства, обов'язку, опори і важливого чинника духовного життя; Дао – Путі, Істини. Осягнення Дао – піднесення розуму.

Осягнути загальні закони Всесвіту намагалися також філософи Давньої Греції: Фалес - космос живий та повний божественних сил; Анаксимандр - частини міняються, ціле ж залишається незмінним; Анаксагор - всі речі впорядкував ум; Геракліт - єдина мудрість – осягати знання, яке править всім через все; Емпедокл - все має ум та частину думки;

В Новий та Новітній періоди завдяки Відродженню та розвитку науки свобода думки стала більш вільною: Спіноза – любов до Бога поєднується з розумом як частиною нашої природи; Гегель - прогрес як розвиток до досконалішого стану. Він не вважав освіту та моральність критеріями прогресу; Гердер - культура є чинником освіти і виховання людей, стрижнем історії. Через гуманність людство може продовжити еволюцію природи.

Продовженням ідей про духовний зміст життя природи та суспільства стала концепція ноосфери (сфери розуму) – реальності, за якої розум, наука і керована ними людська діяльність стають чинниками планетарного масштабу, що має враховувати сучасна освіта.

Головним чинником в освіті є розвиток свідомість. С цього приводу в латинському прислів'ї зазначається: «*Omnium malorum stulticia est mater*» («Дурість – мати всіх нещастя»). Таким чином, маємо космологічне значення при виборі життя та освіти.

**СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК ГРОМАДЯНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА**

Рух до громадянського суспільства і правової держави є одним із основних напрямів розвитку світового співтовариства, оскільки громадянське суспільство виступає своєрідним фундатором правової демократичної держави.

Становлення та розвиток громадянського суспільства нерозривно пов'язані з новими політичними та економічними умовами життя країни. Це залишається одним із актуальних питань упродовж усього пострадянського періоду історії України. Воно є не стільки метою реформ, що проводяться в нашій державі, скільки неодмінною умовою їх успішної реалізації.

Досвід найрозвиненіших держав свідчить про те, що конституційно-правова регламентація та регулювання у країнах з демократичним державним (політичним) устроєм спрямовані на підтримку громадянського суспільства, а також про те, що становлення і розвиток громадянського суспільства у позадержавній сфері суспільних відносин не означають його ізольованості від державно-правових інститутів, а допускають або передбачають сталий та інтенсивний взаємозв'язок громадянського суспільства і держави.

Особливо важливою проблемою в розбудові громадянського суспільства в Україні, яка потребує негайного вирішення та постійної уваги, є концептуальне обґрунтування та практична нормативна регламентація взаємодії громадянського суспільства з державою. Розмежування їх повноважень, яке має місце в будь-якому суспільстві, не означає їх протистояння, протиборства чи антагонізму, хоча таке часто трапляється навіть у демократичних державах. Взаємодія зазначених суб'єктів окреслює різні способи організації людського співіснування, заснованого на зіткненні, узгодженні та гармонізації інтересів індивідів.

Громадянське суспільство як суспільство громадян, що є рівними в своїх правах, суспільство, яке не залежить від держави, але взаємодіє з нею заради спільного блага, є базисом держави, де держава, в свою чергу, захищає демократичні принципи самоврядування всіх недержавних організацій, які безпосередньо формують громадянське суспільство. Для цивілізованого розвитку обох феноменів необхідно створити надійний, ефективний та гармонійний механізм їх взаємодії та взаємозбагачення.

В Україні, що вже має розвинене і соціально стратифіковане індустріальне суспільство, проблема побудови громадянського суспільства співпадає в часі з процесом розбудови держави. Але, на жаль, соціокультурним тлом для цих процесів є залишки радянського світогляду. Тому інструментом побудови нового суспільства може бути лише держава, точніше, демократична держава. Бо саме діяльність держави є серцевиною, ядром, центром, домінантою, концептом організації та трансформації соціуму у громадянське суспільство. Сьогодні першорядним стає також завдання ефективної творчої взаємодії всіх самоврядних елементів організації суспільства в цілому – і держави, і місцевого самоврядування, і громадянського суспільства.

Серед важливих завдань формування правової демократичної держави і громадянського суспільства в Україні є збереження громадянської злагоди та організація належного виконання та застосування законів. Вирішальна роль у виконанні законів належить самим громадянам, які прагнуть бути громадянами правової демократичної держави, а у сфері застосування законів така роль належить державним інституціям.

Таким чином, формування громадянського суспільства є однією з найважливіших умов просування України шляхом проведення економічних, політичних і правових реформ, які, передусім, спрямовуватимуться на демократизацію громадського життя, лібералізацію економіки, захист прав і свобод людини і громадянина, становлення правової демократичної держави.

**ПОШУКИ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ**

Бурхливий розвиток науки і технологій в останні 10–15 років спонукав до уточнення і розширення таких понять, як предмет, мета, зміст, засоби і способи інженерної діяльності.

Інженерна діяльність вийшла за межі створення, удосконалення і використання за призначенням технічних об'єктів. Переважно під терміном «технічний об'єкт» ми розуміли створений людиною виріб (пристрій, споруда, система, матеріал, річ, продукт), призначений для задоволення окремих потреб.

На сучасному етапі розвитку метою інженерної діяльності є підвищення ефективності, зокрема продуктивності будь-яких видів людської діяльності (індустріальної, сільськогосподарської, медичної, наукової і навіть політичної) шляхом її технологізації на більш високому рівні.

Продуктом інженерної діяльності в основному є технічна інформація, а також прийняття управлінських рішень, дій, процедур та операцій.

У зв'язку із цим фахова підготовка студента має базуватися на сучасних досягненнях в галузі освіти, технології, на новітніх навчальних методичних технологіях викладання навчальних предметів та засвоєння системи знань.

Будь яка діяльність, що перетворює входи і виходи, є процесом. Процес освіти передбачає на вході студента, який має певні фундаментальні знання, а на виході цей студент повинен мати не тільки розширені знання, а й певний досвід прийняття інженерних рішень, вміння обґрунтовувати своє рішення, мати практичний досвід виконання робіт за своєю спеціальністю.

Державні освітні стандарти передбачають традиційний предметний принцип формування інженерної освіти, але обмежують уведення в навчальні плани міждисциплінарних курсів, що є однією з причин фрагментарності підготовки, яку одержують випускники технічних ВНЗ.

Крім того, останнім часом відбулося суттєве ослаблення зв'язків технічних університетів з виробничими підприємствами. Раніше студенти під час проходження виробничих практик, мали можливість спостерігати за реальною інженерною діяльністю, брати в ній участь, освоювати її.

Усі ці чинники здебільшого не сприяють реалізації цільової функції інженерної освіти – підготовки випускника до соціально-відповідальної інженерної діяльності. Для удосконалення навчального процесу необхідно вносити зміни в його організацію. Починати ці зміни потрібно ще в період навчання у школі.

Сучасна система освіти в Україні передбачає збільшення часу на самостійне освоєння матеріалу. При цьому відсутній диференційний підхід до розподілу години для аудиторних та самостійних занять, відбувається скорочення аудиторного часу на вивчення фундаментальних дисциплін. Першокурсники ще не адаптовані до самостійної роботи, не вміють планувати свій час, не мають достатньої підготовки. Лише близько 30% першокурсників вважають, що шкільних знань достатньо для інженерної освіти. Така цифра пояснюється і ще й тим, що частина студентів пізно визначилася зі вступом у вищий навчальний заклад та навчалася у гуманітарних коледжах. Тому вони відчувають велике навантаження в період адаптації до навчання в університеті.

Щоб зменшити це навантаження на першокурсників доцільно було б залучати школярів до участі в роботі технічних гуртків університету та гуртків з комп'ютерної та інженерної графіки.

Навчити студента приймати рішення, вести професійний діалог реалізувати свої знання на практиці допоможуть ділові ігри. Залучати студентів до участі в ділових іграх необхідно з першого курсу, а можливо навіть ще з школи. Це допоможе, окрім всього, навчити першокурсників планувати свій вільний час, скоротити час на їх адаптацію до нової форми навчання.

*Список літератури*

1. Ідюк Н.М. Роль міжнародних організацій у розвитку інженерної освіти // Теор. пит. освіти та виховання: Зб. наук. пр. К., 2000.
2. Виховання національно свідомого, патріотично зорієнтованого молодого покоління, створення умов для його розвитку як чинник забезпечення національних інтересів України: аналітично-інформаційні матеріали. – К.: Державний ін-т проблем сім'ї та молоді, 2003. – 191

УДК 911.3:30

О.Й. ЛАКОМОВА, канд. геогр. наук, ст. викладач, Т.А. КАРПЕНКО, асистент  
Криворізький державний педагогічний університет

### **ВИКОРИСТАННЯ ТРАСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ЕКСКУРСІЙ В КРИВОРІЗЬКОМУ РЕГІОНІ**

Старопромисловий Криворізький регіон зіткнувся з актуальною проблемою пошуку шляхів забезпечення сталого розвитку. Саме туристична діяльність стала однією із пріоритетних стратегій розвитку регіону. Минуле десятиліття розширило видовий набір туристичної діяльності, змінило мотивування і доступність її здійснення, залучило в сферу туризму регіони, які вважалися раніше неперспективними для відвідування туристами. До таких регіонів відноситься Криворізький індустріальний регіон, який зберіг потенціал екстенсивного промислового розвитку і зіткнувся з необхідністю модернізації традиційної галузевої структури свого господарського комплексу й докорінного перетворення способів використання територіальних ресурсів. Кривбас став одним із перших регіонів України, де створення інфраструктури індустріального туризму закладено в перспективний план розвитку регіону. [1]

Візитною карткою Кривого Рогу є протяжність - найдовше місто в Європі, а також потужні промислові підприємства, які займають значні площі, розташовані з Півночі на Південь більше ніж як на сто кілометрів. За рахунок цього застосування різних видів транспорту при проведенні екскурсій на індустріальні, природні, техногенні об'єкти стає необхідним.

Найбільш популярними є екскурсії з застосуванням автомобільного транспорту. В залежності від ступеня доступності, дорожнього покриття, комплектації групи використовують автобуси різної місткості: категорій М 2, М 3 та класів В, Ш. Автомобільний транспорт дозволяє вести екскурсійний показ під час руху по вулицям міста, а також доставляти екскурсантів до об'єктів відвідування.

Всеукраїнське товариство сприяння розвитку пасажирського транспорту проводило троллейбусні екскурсії «На Північ Кривого Рогу», за підтримки КП «Міський троллейбус». Використання троллейбусів дає змогу панорамного, повільного спостереження екскурсійних об'єктів. Частка таких екскурсій незначна, їх проводять час від часу, за рахунок складності регулювання з муніципальним транспортом, а також відсутності регулярних відвідувачів.

Екскурсія «У минуле на трамваї. Місто дев'яностих» проводиться з застосуванням трамваїв на муніципальних маршрутах. Особливістю таких екскурсій є мала кількість учасників, вони носять більш індивідуальний характер. При проведенні трамвайних екскурсій місця для відвідувачів повинні бути поряд, по друге біля вікна, а так як вони проводяться при перевезенні інших пасажирів треба пристосовувати оголошення гучномовця з розповіддю екскурсовода. Також проведення екскурсії не повинно заважати іншим пасажиром транспорту.

На території міста знаходиться унікальна транспортна система підземного швидкісного трамваю, яка поєднує особливості метрополітену і трамваю. Довжина лінії складає 28 км, і її можна розглядати як самостійний екскурсійний об'єкт, для гостей міста, через його екзотичність.

Досить популярними стали екскурсії з елементами активного відпочинку. Так велосипедні екскурсії «Криворізька зона відчуження», «Гіганти Глєєватського степу» та ін. дають можливість піднятися на відвали, побачити грандіозні провали і кар'єри. При проведенні таких екскурсій використовують особисті транспортні засоби - міські, спортивні, гірські велосипеди.

Річки Інгулець і Саксагань, водосховища Кривбасу використовуються для водних екскурсій та подорожей. На саморобному катері проводять екскурсії по КРЕСовському водосховищу. Поціновувачі активного відпочинку використовують каркасні туристичні байдарки «Таймень», «Салют», «Катран» і надувні байдарки «Хатанга», «Щука», «Піонер AR» для сплаву на екскурсіях «Кривий Ріг індустріальний» та «Іскровський маршрут».

Отже, за останні роки відбулося відродження екскурсійної діяльності в регіоні, створена ціла низка різнопланових, різноформатних екскурсій для різних верст населення. Тематикою екскурсій Кривбас приваблює жителів різних куточків України та іноземних відвідувачів. Таким чином, стратегія виживання регіону може бути пов'язана з розвитком нетрадиційних видів діяльності, а саме розвитку індустріального туризму, як одного з альтернатив модернізації території.[2]

#### *Список літератури*

1. **Лакомова О.Й.** Туристичний потенціал Криворізького регіону старопромислового регіону.// Сборник научных трудов SWorld. - Выпуск 2(37), том26.-Иваново:Маркова А.Д. '2014 с.60-682.
2. **Лакомова Е. И.** Особенности осуществления туристической деятельности в старопромышленных регионах Украины / Е. И. Лакомова // Культура народов Причерноморья. – 2013. - №192. – С.130-133.

## **ЕКОЛОГО-ЕСТЕТИЧНА ОЦІНКА ЛАНДШАФТІВ НА ЕКСКУРСІЙНИХ МАРШРУТАХ КРИВОРІЖЖЯ**

Комплексна еколого-естетична оцінка ландшафтів при проведенні краєзнавчих екскурсій надзвичайно важлива у сучасному світі, особливо на території Криворіжжя. Авторами досліджено еколого-естетичні враження відвідувачів краєзнавчих екскурсій на декількох маршрутах Криворіжжя в яких охоплено велику кількість природних і антропогенних об'єктів, захоплюючих своїми естетичними якостями екскурсантів. Однак існує проблема - чи усі об'єкти екскурсій є атрактивними для відвідувачів і чим саме вони приваблюють екскурсантів; наскільки може вразити краса техногенного об'єкту; як впливають на емоційний стан відвідувача перетворенні об'єкти.

При оцінці еколого-естетичних властивостей ландшафтів Криворіжжя використано критерії Д.А. Дірініна: пейзажна різноманітність, колірна гама, композиційна пристрій пейзажу, лісистість ландшафту, наявність водних об'єктів в ландшафті, антропогенна трансформація пейзажу. Розроблена методика оцінки складається із етапів: 1) аналізу світового досвіду анкетування з метою оцінки еколого-естетичних властивостей ландшафту; 2) складання авторської анкети еколого-естетичної оцінки ландшафтів при проведенні краєзнавчих екскурсій; 3) дослідження екскурсійних маршрутів з метою проведення еколого-естетичної оцінки ландшафтів; 4) проведення анкетування учасників краєзнавчих екскурсій за авторською методикою; 5) аналіз результатів анкетування; б) картування результатів еколого-естетичної оцінки ландшафтів.

Досліджено краєзнавчі екскурсії проведені різними екскурсоводами в різні пори року серед різних вікових і соціальних груп. За змістом екскурсії є різноплановими – тематичні, краєзнавчі, оглядові, що дозволить охопити оцінкою різні типи ландшафтів та екскурсійних об'єктів. Різняться екскурсії і за характером проведення – автобусні, автобусно-пішохідні і пішохідні. Це дозволяє отримати більш об'єктивну еколого-естетичну оцінку ландшафтів. Проведено оцінку ландшафтів на таких екскурсійних маршрутах: «Відродження Криворізької води», «Кривий Ріг - Авіаційний», «Червоне озеро Кривбасу», «Криворізький Гранд-Каньйон», «Оглядова екскурсія Кривим Рогом». Оцінка показала, що найбільш атрактивними є окремі екскурсійні маршрути, зокрема «Червоне озеро Кривбасу», і окремі екскурсійні об'єкти: Октябрський гранітний кар'єр, Саксаганський каньйон; найменш атрактивною виявилась екскурсія «Відродження Криворізької води». Отже, привабливими для широкого загалу є ті ландшафти які – дають перспективу при спогляданні, поєднують в собі різноманітний рельєф та є унікальними, при цьому другорядним є генезис та екологічний стан ландшафтів. Важливим є суб'єктивні характеристики: власне емоційний стан кожного відвідувача, погодні умови та реакція на них відвідувачів; мотивація відвідування екскурсії.

Встановлено, що: не всі екскурсійні маршрути і не всі екскурсійні об'єкти спричиняють однакове позитивне чи негативне ставлення; різні компоненти ландшафтів (природні, антропогенні, порушені) характеризуються різними еколого-естетичними властивостями (забруднені стічні води на Центральній станції аерації і чиста вода Октябрського гранітного кар'єру, унікальні для Криворіжжя солероси на узбережжі Червоного озера і неохайні клумби у місті і т.д.); існує ряд об'єктивних і суб'єктивних критеріїв, які обумовлюють загальне емоційне враження відвідувачів: об'єктивні критерії – вік екскурсантів (молоде покоління, фізично-активне), - погодні умови (ясна, сонячна і нехолодна погода), - унікальні екскурсійні об'єкти (штольня по якій можна пересуватись із ліхтарем), - виправдане очікування (коли очікуване враження від екскурсії виправдовується або перевершує очікування); суб'єктивні критерії – мотивація до екскурсії (чітке бажання побачити щось нове, відкрити його для себе, фізична активність), - внутрішній емоційний стан, - реакція на екскурсовода, - суб'єктивність поняття «краса»; еколого-естетичні властивості ландшафтів Криворіжжя можуть бути оцінені.

Отриманні оцінки вказують на значний потенціал рекреаційного та туристичного використання антропогенних та похідних ландшафтів Криворіжжя в цілому, та перспективність розвитку екологічного туризму.



В.С. ПАЦЮК, кандидат географічних наук, доцент  
Криворізький державний педагогічний університет

## РЕВІТАЛІЗОВАНІ ПРОМИСЛОВІ ПІДПРИЄМСТВА УКРАЇНИ ЯК ТУРИСТИЧНІ ЛОКАЦІЇ

Ревіталізація (від лат. *re* ... — відновлення та *vita* — життя, дослівно: повернення життя) термін, який використовується в науково-практичній діяльності для позначення процесів відтворення, поживлення і відновлення міського простору. В урбаністиці дане поняття означає відновлення міського середовища, при якому воно стає більш придатним для проживання [1].

Великою популярністю в сучасному світі користується ревіталізація існуючих промислових комплексів, які знаходяться в межах міста, що пов'язано з протиріччями між потребами суспільства і сформованою структурою міського середовища. В таких випадках ревіталізація розглядається як реконструкція промислової архітектури зі зміною її функцій.

Завданням ревіталізації є соціалізація простору, розробка елементів інфраструктури, що упорядковують туризм та наукову діяльність, розвиток промисловості, турбота про екологію і як наслідок - залучення інвестицій.

Значний досвід як ревіталізації промислових об'єктів, так і подальшого залучення до модернізованих комплексів значних потоків відвідувачів мають країни Західної Європи, що першими досягли постіндустріальної стадії розвитку. Це і Рурський регіон в Німеччині, регіон Нор-Па-де-Кале у Франції, Валлонія у Бельгії. Подібна практика вже активно впроваджується і в Центральній Європі, особливо в Сілезії (Польща та Чехія).

Основними напрямками ревіталізації промислових підприємств для потреб туризму є: створення концертних залів, закладів харчування, музеїв сучасного мистецтва, спортивних установ, творчих майстерень, виставкових комплексів тощо.

Подібна практика починає впроваджуватися в нашій країні лише останніми роками.

Першим великим підприємством, яке було ревіталізовано на просторах України став завод ізоляційних матеріалів у Донецьку, який у 2010 році було трансформовано в Арт-фонд «Ізоляція». Першим проектом, що був реалізований даним фондом, стала виставка "1040 метрів під землею" про життя шахтарів, яку втілював в реальність всесвітньовідомий китайський художник Цай Гоцян, який був художнім директором візуальних та спецефектів Олімпійських ігор у Пекіні. Однак через війну на сході України 2014 року фонд евакуйований до Києва.

Наступний проект, що був реалізований в 2014 році став Арт-завод «Платформа», який розміщується на території колишнього Дарницького шовкового комбінату. Це комплекс, що об'єднує бізнес, фестивалі, коворкінг, мистецтво, IT-сферу, моду, освіту та інші індустрії креативної економіки.

Також у столиці на території колишнього Київського мотоциклетного заводу створено «UNIT.City», що позиціонує себе як перший інноваційний парк в Україні, місце, де створюється екосистема та інфраструктура для розвитку бізнесу в сфері високих технологій й креативних індустрій. За п'ять років тут планують облаштувати територію на 25 гектарів, де будуть коворкінги, десяток дослідницьких центрів та навіть житловий мікрорайон з розвинутою інфраструктурою. На території парку є безкоштовна школа програмування UNIT.Factory.

У Харкові на локації колишнього паровозобудівного заводу, який був заснований в 1985 році, створено Арт-завод "Механіка", що являє собою мультифункціональний культурно-творчий простір. Його відродження розпочалося у 2016 році. На майданчику "заводу" регулярно проводяться концерти та фестивалі.

Значні плани щодо ревіталізації промислових об'єктів має місто Львів. Зокрема, «Lem Station» на теренах колишнього трамвайного депо, «!FESTrepublic» на місці колишнього заводу «Галичскло», Фабрика повидла.

Вагомий потенціал щодо впровадження даної практики мають інші потужні індустріальні центри нашої країни, зокрема, Кривий Ріг, Дніпро, Запоріжжя, Миколаїв, Маріуполь тощо. Тож варто консолідувати зусилля архітекторів, дизайнерів, містобудівників та інших задля впровадження провідних світових урбаністичних трендів. Це дасть друге життя колишнім промисловим об'єктам, а вони, в свою чергу, стануть атрактивними локаціями для майбутніх туристів.

### Список література

1. Ревіталізація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>

В.О. ШИПУНОВА, канд. геогр. наук, доцент  
Криворізький державний педагогічний університет

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ НА ТЕРИТОРІЇ КРИВОГО РОГУ

Екологічний туризм - екскурсії та подорожі з турботою про навколишнє середовище, відвідування найбільш екологічно врівноважених, незабруднених, заповідних територій. Об'єктами екотуризму - можуть бути як природні, так і культурні визначні пам'ятки, природні і природно-антропогенні ландшафти, де традиційна культура складає єдине ціле з навколишнім природним середовищем.

Місто Кривий Ріг має досить великий рекреаційний потенціал, щоб задовольнити потреби у відпочинку та оздоровленні всього населення. Однак, з точки зору розвитку екологічного туризму в його традиційному розумінні (відвідування екологічно благополучних районів і об'єктів природно-заповідного фонду) на території міста існують значні обмеження. Тому екологічний туризм слід розглянути у нетрадиційному векторі - як відвідування екскурсійних об'єктів, що представляють собою екологічно напружені райони з метою здійснення екологічної освіти і виховання. Об'єктами екскурсій в рамках нового погляду на екотуризм виступають: промислові підприємства, старі та працюючі кар'єри і відвали, шахтні провали, підземні ландшафти шахт, магістральні та промислові канали, дренажні канали навколо промислових об'єктів, відстійники, сміттєзвалища, землі забруднені радіонуклідами, зони підтоплення і засолення земель [1].

У свою чергу, ми звертаємо увагу громадськості на важливість боротьби з екологічними проблемами м. Кривого Рогу та пропонуємо екскурсійні об'єкти, що можуть стати основою розробки екскурсійних маршрутів. Ці екскурсії повинні стати базисом екологічної просвітницької діяльності та допоможуть сформуванню ряду екологічних понять та уявлень, що будуть направлені на виховання відповідального відношення до стану середовища міста. При проведенні екскурсій необхідно показувати негативні для природи наслідки нераціонального використання умов і ресурсів і в той же час розкривають можливості вторинного використання або відновлення функцій індустріальних і постіндустріальних ландшафтів в структурі міста.

На території Кривого Рогу можна виділити такі екскурсійні об'єкти, привабливі для екологічного туризму:

Серед природних туристичних ресурсів: 8 об'єктів природно-заповідного фонду, з яких 4 вже використовуються в цілях екологічного туризму - Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України, ландшафтний заказник "Візирка", парк-пам'ятка садово - паркового мистецтва "Парк імені Федора Мершавцева", геологічна пам'ятка природи "Скелі МОДРу". А також, 4 об'єкти які можуть бути використані в цілях екологічного туризму: ландшафтний заказник "Балка Північна Червона", геологічні пам'ятки природи: "Сланцеві скелі", "Виходи амфіболітів", "Виходи аркозових пісковиків".

Природно-антропогенні туристичні ресурси: 5 з яких вже використовуються в цілях екологічного туризму – Жовтневий затоплений гранітний кар'єр, залізорудний кар'єр ПАТ Пд. ГЗК, Бурщицький відвал, червоне озеро Кривбасу, полігон твердих побутових відходів. А також, 7 об'єктів перспективних для екологічного туризму - Петровський відвал, відстійник шахтних вод, Глеюватський кар'єр ПАТ ЦГЗК, Карачунівський затоплений гранітний кар'єр, шахти («Родіна», «Гвардійська», «Тернівська»).

Антропогенні туристичні ресурси: 2 з яких вже використовуються в цілях екологічного туризму - «Кривбасводоканал», центральна станція аерації. А також, 2 об'єкти перспективних для екологічного туризму – підприємства «АрселорМіттал Кривий Ріг» та «Чисте місто».

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що м. Кривий Ріг володіє величезним потенціалом для розвитку екологічного туризму.

### *Список літератури*

1. **Казакова Т.А.** Екологічний туризм в промислових регіонах (на прикладі Кривбасу). / **Т.А.Казакова** // Матеріали кафедральних науково-дослідних тем. Випуск 5. – Кривий Ріг: Видавничий центр, 2010. – С. 165 - 168

УДК 330.111.62

Д.В.БАЙРАК, канд. юрид. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **КОМЕРЦІЙНА ТАЄМНИЦЯ. ДЕТАЛЬНИЙ РОЗГЛЯД ЇЇ ПОРУШЕННЯ**

Згідно ст.505 Цивільного кодексу України, комерційною таємницею є інформація, яка є секретною в тому розумінні, що вона в цілому чи в певній формі та сукупності її складових частин невідома і не є легкодоступною для осіб, які зазвичай мають справу з видом інформації, до якого вона відноситься, в зв'язку з цим має комерційну цінність та є предметом адекватних існуючим обставинам заходів щодо збереження її секретності, вжитих особою, яка законно контролює цю інформацію.

Комерційною таємницею можуть бути відомості технічного, організаційного, комерційного, виробничого та іншого характеру, за винятком тих, які відповідно до закону не можуть бути віднесені до комерційної таємниці.

У наше століття електронних технологій, з'явилася висока економічна конкуренція. З'явилися нові економічні відносини і, отже, нові економічні правопорушення серед самих підприємців - недобросовісна конкуренція. Термін «комерційна таємниця» закріплений на правовому рівні був в Законі України «Про підприємства в Україні» від 27.03.1991 р Під комерційною таємницею підприємства розуміються відомості, пов'язані з виробництвом, технологічною інформацією, управлінням, фінансами та іншою діяльністю підприємства, що не є державною таємницею, розголошення (передача, витік) яких може завдавати шкоди його інтересам.

Відповідальність в рамках трудових відносин. За недотримання режиму роботи з інформацією, що становить комерційну таємницю, до працівників суб'єкта підприємницької діяльності може бути застосована матеріальна і дисциплінарна відповідальність. Залучення до матеріальної та дисциплінарної відповідальності здійснюється на загальних підставах, з урахуванням особливостей правового статусу "комерційної таємниці". Для законного застосування санкцій за правопорушення, пов'язані з комерційною таємницею в рамках трудових відносин, підприємцеві необхідно мати деякі документи, а саме: а) Документ, який встановлює перелік відомостей, що становлять комерційну таємницю; б) Посадові інструкції;

З документами, зазначеними в пункті а) і б), працівник повинен бути ознайомлений перед початком трудової діяльності у даного підприємця. Факт ознайомлення повинен фіксуватися письмово, із зазначенням дати ознайомлення; в) Трудовий договір (контракт).

Комерційна таємниця має наступні, властиві тільки йому, відмінні ознаки. А саме: 1) предмет комерційної таємниці; 2) суб'єкт комерційної таємниці; 3) заборона розголошення відомостей, що становлять комерційну таємницю; 4) наявність шкоди і несприятливих наслідків для особи, яка заподіяла шкоду власнику комерційної таємниці. В даний час за порушення прав власника комерційної таємниці законодавством України встановлені наступні види відповідальності: 1) відповідальність в рамках трудових відносин; 2) цивільно-правова відповідальність; 3) адміністративна відповідальність; 4) кримінальна відповідальність.

Підіємо невеликі підсумки того, що ми розглянули. Правові норми в сфері застосування терміна "комерційна таємниця" не отримали достатнього розвитку, законодавець обмежився лише встановленням мінімальної кількості норм, що регулюють даний правове питання. Найбільший розвиток одержали норми, пов'язані з державними гарантіями розвитку і захисту підприємницької діяльності. Це норми антимонопольного законодавства, що регулюють випадки відповідальності за неконкурентні дії, пов'язані з використанням комерційної таємниці, процедуру їх розслідування і санкції до порушників, а так само кілька кримінально караних діянь. Разом з тим, підприємцям дана відносна свобода у встановленні відомостей, що становлять комерційну таємницю, і режиму її дотримання. Але через низьку правову культуру вказане право не завжди використовується або використовується з досить серйозними порушеннями. Рівень економічної свободи в країнах, що мають розвинену і стабільну економіку, характеризується рівнем захисту немайнових прав його суб'єктів, а також діловими етичними нормами здійснення підприємницької діяльності. В даний час в Україні вони тільки починають складатися і необхідно їх подальший розвиток.

Д.М. ВЕЛИЧКО, канд. юрид. наук, доцент  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **БЕЗПОСЕРЕДНІ КРОКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ У КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ**

Сучасні умови розвитку світової економіки сприяють значним міграційним процесам робочої сили. Отже, проблеми охорони праці стали міжнародними. Виникла потреба у створенні міжнародно-правових стандартів у сфері охорони праці, які відображені у низці важливих міжнародно-правових актів, що встановлюють загальнолюдські стандарти прав та інтересів особи, визначають той рівень, який повинна забезпечити кожна держава, у тому числі, у такій важливій сфері державного й громадського життя як охорона праці.

Крім юридичних шляхів вирішення цих питань, як от розробка уніфікованого законодавства та розробка відповідних міжнародних норм, в ЄС створюються спеціальні органи, діяльність яких спеціально спрямовується на вирішення питань у цій сфері. Так, в іспанському місті Більбао діє Європейське агентство з безпеки праці та охорони здоров'я на робочому місці. Ним було визначено поняття «стрес» як негативно забарвлену емоційну реакцію на трудовий процес, що виникає внаслідок психічних перенавантажень працівників, у тому числі, через надмірні вимоги до роботи, авторитарного керівництва, конфліктів на робочому місці, насильства і мобінгу (негативний вплив з боку колег). До «класичних» факторів стресу віднесено також шуми, вібрацію та монотонність праці. За даними агентства до 40 млн. працівників у країнах ЄС страждають на захворювання, пов'язані зі стресом. На наслідки стресів припадає 25 % робочих днів, пропущених через хворобу, а витрати тільки з оплати лікарняних у зв'язку з цим становлять 20 млн. євро на рік. У цілому ж економічні втрати від стресу оцінюються в 150 млн. євро. Крім того, Європейське агентство з безпеки праці та охорони здоров'я на робочому місці пропонує для підприємств своєрідну пам'ятку з переліком елементів витрат і збитків, пов'язаних із виробничим травматизмом, для визначення вартості нещасного випадку.

У Дубліні (Ірландія) працює Європейський фонд поліпшення умов життя і праці, що веде дослідження з широкого кола пов'язаних з цим питань. Дублінський Фонд вважає, що від стресових явищ страждає приблизно 28 % працюючих у країнах ЄС, у 23 % виявлено симптоми хронічної перевтоми, 60 % скаржаться на постійний брак часу на роботі. У Франції профспілки вимагають визнання стресу професійним захворюванням, оскільки його жертвами називають себе 72 % опитуваних працюючих, насамперед службовці, та 11 % працівників одержували звільнення від роботи з цієї причини.

Фонд також визначає, що більшість існуючих нині систем базується на прецедентах, тобто на інформації про нещасні випадки, що спричиняють виплату компенсації. Подібний підхід сам по собі є доказом того, що вплив економічного стимулювання обмежений. Фонд пропонує інноваційну модель, що містить ряд економічних стимулів, здатних позитивно впливати на поліпшення виробничого середовища, адже запропонована модель акцентує увагу на ідентифікації майбутніх ризиків, так само як і на існуючих, а також на визначенні зусиль щодо їх зниження. Основними елементами цієї моделі є (а) зменшення страхового внеску в системі обов'язкового соціального страхування від нещасних випадків на виробництві, особливо завдяки зусиллям зі зниження ризиків порівняно з рівнями, встановленими нормативними актами; (б) встановлення повнорозмірного внеску залежно від максимального сукупного ризику (більшість систем страхування розраховує внесок за середнім ризиком) за допомогою 3-х елементів: (1) базового компонента, який покриває адміністративні витрати та надто високі виплати компенсацій потерпілим унаслідок нещасних випадків, що іноді мають місце при однакових ризиках; (2) галузевого компонента, пов'язаного з неоднаковими ризиками в різних галузях господарства; (3) функціонального компонента, пов'язаного з максимальним ризиком на робочому місці; можливість для компаній одержувати бонуси (у вигляді скорочення повномасштабних внесків) через вжиття заходів різного характеру щодо поліпшення виробничого середовища.

Матеріали міжнародної науково-технічної конференції  
“Розвиток промисловості та суспільства”

том 2

Здано в набір 21.04.18. Підписано до друку 25.04.18 за рекомендацією Вченої Ради  
ДВНЗ «Криворізький національний університет», протокол № 8 від 24.04.2018.

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 21. Тираж 90 прим.

Замовл. № 4. Укр., рос.

Технічна обробка, комп'ютерний набір, верстка  
Редагування текстових матеріалів

Какадій Н.В.  
Апанащенко С.І.

*Адреса видавництва:*  
50027, Кривий Ріг, вул. XX партз'їзду, 11

Надруковано:  
ФОП Бурова Оксана Анатоліївна  
Свідоцтво ДП № 159-р від 26.03.13.  
50084 м. Кривий Ріг, мкр. Ювілейний, 10/104  
Тел. 401-04-29

ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2018