

**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 - 2019

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.  
**Капіца В.Ф.**, д-р філософ. наук, проф.  
**Казаков 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 8</i>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ, ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЯ</b>	3
<i>Секція 9</i>	<b>МЕТАЛУРГІЯ</b>	22
<i>Секція 10</i>	<b>ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА, ГІРНИЧИ МАШИНИ ТА ГАЛУЗЕВИЙ ТРАНСПОРТ</b>	27
<i>Секція 11</i>	<b>ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА</b>	85
<i>Секція 12</i>	<b>АВТОМАТИЗАЦІЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b>	117
<i>Секція 13</i>	<b>ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН</b>	151
<i>Секція 14</i>	<b>ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ ПЕДАГОГІКИ</b>	162
<i>Секція 15</i>	<b>РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОГО МИСЛЕННЯ ТА МЕТОДОЛОГІЙ ВИРОБНИЧОГО ЗРОСТУ СУСПІЛЬСТВА</b>	173
<i>Секція 16</i>	<b>ПРОМИСЛОВИЙ ТУРИЗМ</b>	185
<i>Секція 17</i>	<b>СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ЮРИДИЧНОЇ НАУКИ ТА ПРАКТИКИ У ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>	193



К.В. ГЕРАСИМОВА, к. т. н., доцент, Криворізький національний університет

В.В. ТИХОСТУП, ст. викладач, Криворізький коледж Національного авіаційного університету

**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВОДИ ШЛАМОСХОВИЩ  
КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ФЛОРИСТИЧНОЮ  
СТРУКТУРОЮ ПРИБЕРЕЖНОЇ РОСЛИННОСТІ**

Упродовж десятиліть надра Криворізького регіону споживались і витрачались у максимально можливих обсягах, що закономірно сприяло формуванню ландшафтно-змінених техногенних систем. Шламосховища є найбільш екологічно небезпечними новоутвореннями серед техногенних ландшафтів Криворіжжя. Великі гірничо-збагачувальні комбінати та шахти є джерелами забруднення довкілля. До їх складу входять шламосховища, які тільки на Криворіжжі займають площу понад 7600 га і є потужними джерелами пилоутворення, спричиняють засолення значних територій, змінюють їх гідрологічний режим. Процес деградації природних екосистем є наслідком порушення екологічної рівноваги, який призводить до руйнації навколишнього середовища.

Метою нашої роботи є комплексний аналіз фізико-хімічних показників води шламосховищ Криворізького регіону; оцінка екологічної якості води; визначення таксономічної, екологічної, біоморфологічної, еколого-ценотичної та географічної структур прибережної рослинності шламосховищ та встановлення залежності між показниками води досліджуваних водойм і структурою прибереженої рослинності.

Для досягнення поставленої мети використовувались фізико-хімічні методи визначення складу води на вміст металів та йонів шламосховищ. Екологічна оцінка якості води в шламосховищах визначалась на основі загальновідомої класифікації О.А. Алекіна. При вивченні складу рослинних угруповань використовувались загальноприйняті методики геоботанічних описів, а при визначенні видового складу рослинного покриву використовувався «Определитель высших растений Украины».

Нами встановлено, що за тривалий час існування склались певні біогеоценотичні відносини між елементами техногенно-змінених ландшафтних систем. Серед них важливу роль відіграють прибережні рослинні угруповання, але дотепер вони недостатньо привертала уваги дослідників, мало вивчені.

Для комплексної оцінки ефективності формування рослинних угруповань зроблено фізико-хімічний аналіз вод п'яти шламосховищ Криворізького регіону та встановлено пряму залежність води у шламосховищах з флористичною структурою прибережної рослинності.

Отримані результати дозволяють провести розрахунок необхідного ступеня очистки стічних вод шламосховищ та мають практичне значення для інженерів-екологів, адже ці показники дозволяють правильно обирати методи очистки стічних вод, з урахуванням рослинних угруповань, ступеня очистки та рН стану водного джерела. За умов техногенного характеру, особливо посилюється необхідність аналізу гідробіологічних процесів, що дають можливість прогнозувати зміни якості води та подальший стан існування гідробіоти для попередження небезпечних екологічних наслідків.

Ефективне проведення такого аналізу можливе за умови комплексного підходу, а саме застосування гідрохімічних і біоіндикаційних методів. Вони дають змогу діагностувати зміни екологічного стану природного середовища. За умов техногенного характеру особливо посилюється необхідність аналізу гідробіологічних процесів, що дають можливість прогнозувати зміни якості води та подальший стан існування гідробіоти для попередження небезпечних екологічних наслідків. Подальший розвиток досліджень та діагностика змін екологічного стану вкрай необхідна для продуктивного екологічного менеджменту в Криворізькому регіоні.

*Список літератури:*

1. Определитель высших растений Украины / Академия Наук Украинской ССР, институт ботаники им. Н.Г. Холодного. Фитосоциоцентр; Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. – К.: 2 изд. стереот., 1999. – 548 с.

О.М. ГУЩАК, канд. тех. наук, доцент, І.С. ГАЛИК, канд. тех. наук, професор,  
Б.Д. СЕМАК, д-р тех. наук, професор, Львівський торговельно-економічний університет

## ШЛЯХИ НАДІЙНОГО ЗАХИСТУ ТЕКСТИЛЮ ВІД МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОШКОДЖЕНЬ

Глибина та різноманітність мікробіологічних пошкоджень текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення, як показав аналіз літературних даних і результати наших досліджень [1,2,3,4] залежать від багатьох чинників: фізіологічної групи, роду і виду волоконоруйнуючих мікроорганізмів; волокнистого складу текстильного матеріалу, особливостей хімічної будови та виду оброблення текстильних волокон і ниток; цільового призначення текстильних матеріалів і виробів, особливості кліматичних умов їх експлуатації; умов зберігання та транспортування. Конкретизуємо роль названих чинників у формуванні і оцінюванні ролі мікробіологічної деструкції текстильних матеріалів і виробів у їх загальному зносі [2,5,6].

1. Встановлено, що біодеструкція текстильних матеріалів і виробів бактеріями відбувається активніше, ніж грибами. При цьому біодеструктивними виявилися такі ряди бактерій: *Cytophaga*, *Micrococcus*, *Bacterium*, *Bacillus*, *Cellulobacillus*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *fusarium*, *Trichodorma* та інші

2. Суттєвий вплив на ступінь пошкодження текстилю мікро організмами має хімічна будова текстильних волокон. Встановлено, що найбільш біостійкими виявились матеріали із мінеральних волокон. Що стосується целюлозовмісних текстильних матеріалів і виробів, то вони характеризуються порівняно невисокою біостійкістю.

3. Встановлено [2,3,5], що в умовах підвищеної вологості і температури, а також обмеженого повітрообміну мікроорганізми вражають волокна, текстильні матеріали і вироби на різних етапах їх виготовлення та застосування, починаючи з первинної обробки волокна, прядіння, ткацтва, обробки, зберігання, транспортування та експлуатації. Встановлено, що кожен вид мікроорганізмів руйнує окремі елементи волокна. Характерною ознакою пошкодження текстильних матеріалів мікроорганізмами є поява жовто-помаранчевих, червоно-фіолетових, зелено-коричневих плям в залежності від кольору пігменту, що виробляється мікроорганізмами і кольору текстильного матеріалу та появою відчутного затхлого запаху.

4. Інтенсивність біоповредження мікроорганізмами текстилю, як свідчить аналіз літературних джерел в значній мірі залежить від цільового призначення текстильних матеріалів і передусім від конкретних умов їх експлуатації.

Представляється доцільним сконцентрувати зусилля галузевої, академічної і вузівської науки на розробку нових типів високоякісних антимікробних препаратів широкого спектру дії для ефективного захисту текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення від мікробіологічних пошкоджень. Антимікробними властивостями володіють ртуть, мідь, олово, цинкорганічні сполуки; фтормісні сполуки; саліциламід; похідні сечовини четвертинні амонієві солі, а також поліфункціональні кремнійорганічні, фторорганічні, карбонільні та інші обробні препарати та барвники текстильного призначення [3,4,6].

### Список літератури

1. Глубіш П. А. Високотехнологічні, конкурентоспроможні і екологічно-орієнтовані волокнисті матеріали та вироби з них / П. А. Глубіш, В. М. Ірклий, Ю. Я. Клейнер та інші. – К.: Арістей, 2007. – 264 с.
2. Пехташева Е. Л. Биоповреждения непродовольственных товаров : учебник / под ред. А.Н. Неверова. – 2-е издание переработанное и дополненное. – М.: Дашков и К, 2015. – 332 с.
3. Галик І. С. Екологічна безпека та біостійкість текстильних матеріалів : Монографія / І. С. Галик, О. Б. Концевич, Б. Д. Семак – Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2006. – 232 с.
4. Галик І. С. Пошук ефективних засобів захисту текстилю від дії шкідливих мікроорганізмів / І. С. Галик, Б. Д. Семак, З. М. Семак // Вісник Львівської комерційної академії, 2014. – Вип.14. – С. 6-10 (Серія товарознавча)
5. Рудавська Г. Б. Мікробіологія : підручник / Г. Б. Рудавська, І. В. Леріна, Л. І. Демкевич – Київ : видавництво Київського національного університету, 2001. – 410 с.
6. Глубіш П. А. Хімічна технологія текстильних матеріалів (Завершальне оброблення). Навчальний посібник / П. А. Глубіш. – К.: Арістей, 2005. – 300 с.

**СТАН ЕМОЦІЙНОГО ВИГОРАННЯ ВИКЛАДАЧІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ  
ЗАКЛАДІВ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ**

Важливим аспектом діяльності системи охорони праці, якому приділяється недостатня увага, є заходи щодо запобігання стану емоційного вигорання працівників. Сутність роботи у вищій школі полягає у взаємодії науково-педагогічного складу з колективом молоді з метою надання їм знань, керування, допомоги та сприяння в отриманні цих знань і оволодінні професією. Специфіка роботи у вищій школі полягає у необхідності враховувати психологічні особливості даної вікової групи людей. Психологічними особливостями молоді є: підвищена емоційність, енергійність, психологічне становлення, гормональний розвиток. Враховуючи вищезазначені характеристики молоді, на протипагу ним для забезпечення ефективного навчального процесу викладач повинен володіти такими психологічними характеристиками, які дозволили б йому: бути врівноваженим, бути спокійним, бути привітним, володіти собою. Забезпечуючи належний власний психологічний стан, викладач повинен виконувати свої безпосередні професійні обов'язки – доступно донести до студентів навчальний матеріал. Крім проведення навчального процесу викладачі вищих навчальних закладів вагому частку часу приділяють науковій та методичній роботі. Це вимагає підвищених зусиль і нервового напруження, що також свідчить про складність викладацької роботи.

Професійна діяльність науково-педагогічного персоналу характеризується високою часткою в ній процесу спілкування, характерним для неї є: велика інтелектуальна напруга; низька рухова активність; висока емоційна напруга; нерегламентований та нерівномірний графік роботи; можливість виникнення конфліктних ситуацій; інформаційне перенавантаження; напруга пам'яті; потреба підвищеної уваги; потреба підвищеної концентрації. Всі вищезазначені особливості професійної діяльності педагогічних працівників вищих навчальних закладів потребують від них підвищеної уваги і концентрації та сприяють формуванню синдрому емоційного вигорання. За результатами дослідження Ю. Терлецької за методом багатofакторного регресивного аналізу емоційне вигорання чинить значний негативний вплив на ефективність фахової діяльності викладачів вищої школи [1].

Емоційне вигорання викладача вищої школи – це “процес втрати ним позитивних емоцій, фізичної й інтелектуальної активності, емоційного контакту зі студентами, колегами та іншими людьми й одночасно процес розвитку байдужості до їх проблем, емоційної холодності у стосунках із ними, ригідності, почувань втоми, спустошеності, розчарованості, деформації особистісних властивостей і якостей” [1].

На роботу викладачів вищих навчальних закладів впливають такі показники напруженості трудового процесу, що визначені ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»: інтелектуальні навантаження; сенсорні навантаження; емоційне навантаження. Ці фактори не враховуються при організації охорони праці у вищих навчальних закладах. Робота служби охорони праці щодо вирішення проблем емоційного вигорання викладачів повинна проводитися у двох напрямках: аналіз емоційно-психологічного стану викладачів та заходи щодо профілактики розвитку вигорання.

Однією із форм профілактики емоційного вигорання на думку О. Чичкан [2], з якою ми цілком погоджуємося, є залучення викладачів до занять фізичним вихованням або спортом. Крім того, попередження формування синдрому вигорання може бути шляхом залучення викладачів до участі у культурних та творчих заходів (концертів, конкурсів, виставок) та наявність у кожному навчальному закладі фахівці-психолога для надання консультацій та допомоги у подоланні синдрому емоційного вигорання, який вже формується.

*Список літератури:*

1. **Терлецька Ю.** Вплив емоційного вигорання викладачів вищої школи на ефективність їх фахової діяльності / **Ю. Терлецька** // Педагогіка і психологія професійної освіти. - 2016. - № 2. - С. 85-94.
2. **Чичкан О.** Профілактика синдрому "Емоційне вигорання" у викладачів ВНЗ засобами фізичного виховання / **О. Чичкан, Р. Грицай, А. Кучма** // *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15 : Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт).* - 2015. - Вип. 5(1). - С. 264-267.

Я.О. ЛЯШОК, С.В. ПОДКОПАЄВ, доктори тех. наук, проф., О.І. ПОВЗУН, к. т. н., доцент, Донецький національний технічний університет

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ВІДХОДУ ПОЛІМЕРНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА КАМ'ЯНОГО ВУГІЛЛЯ В ОРГАНІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ КОКСОХІМІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Органічні в'язучі коксохімічного походження (кам'яновугільні в'язучі) за фізико-механічними властивостями суттєво поступаються нафтовим бітумам. Одним з ефективних способів поліпшення їхньої якості є введення до їх складу полімерів, що суміщаються з ними.

Структуру дьогтеполімерних композицій доцільно зміцнювати ліофільними активними дисперсними наповнювачами.

В роботі викладено математичне моделювання кам'яновугільних в'язучих, модифікованих відходом виробництва полістиролу (полістирольним пилом) та наповнених коксовим вугіллем.

Наповнене дьогтеполістирольне в'язуче готували спочатку суміщенням кам'яновугільних дьогтів з полімером при температурі 105-110°C [1] впродовж 35 хвилин. Потім додавали мелене коксове вугілля і ще перемішували 35 хвилин (разом 70 хвилин) [2].

Для визначення оптимальних концентрацій полістирольного пилу і коксового вугілля в наповнених дьогтеполімерних в'язучих було прийнято композиційний несиметричний план на трьох цілочисельних рівнях (-1; 0; +1). Оптимальні склади системи «кам'яновугільний дьоготь - полістирольний пил - коксове вугілля» визначали як оптимальні області допустимих значень факторів варіювання  $X_1, X_2, X_3$ . Ці оптимальні області обмежені поверхнями функції відгуку за кожним з параметрів оптимізації.

За критерій оптимальності системи прийнято критерій  $D$ -оптимальності, який пов'язаний з мінімізацією об'єму еліпсоїду розсіювання оцінок параметрів рівнянь регресії [3]. Для створеного плану експерименту за методом найменших квадратів обчислено коефіцієнти рівнянь регресії. Обробка результатів експерименту дозволила одержати поліноміальні моделі другого ступеня.

Відповідно до одержаних рівнянь регресії у тривимірному просторі побудовано діаграми поверхонь функцій відгуку зі значеннями на них відповідного параметра оптимізації у 121 точці. Діаграми показують залежності кожного з параметрів оптимізації, а саме: глибину проникнення голки у наповнене в'язуче при 0°C, градуси шкали пенетрометра (1 град. шкали пенетрометра = 0,1 мм) ( $Y_1$ ); еластичність наповненого дьогтеполістирольного в'язучого при 0°C, % ( $Y_2$ ); температуру розм'якшення наповненого дьогтеполістирольного в'язучого, °C ( $Y_3$ );

від: умовної в'язкості кам'яновугільного дьогтю за  $C_{30}^{10}$ , с (секунди) ( $X_1$ );

де 10 - діаметр стічного отвору приладу (стандартного віскозиметру), мм;

30 - температура матеріалу під час випробування, °C;

масової концентрації полістирольного пилу, % ( $X_2$ );

масової концентрації коксового вугілля, % ( $X_3$ ).

Враховуючи те, що в роботі  $X_1$  - це умовна в'язкість кам'яновугільного дьогтю, яка змінюється від  $C_{30}^{10}=50$  с (при  $X_1=-1$ ) до  $C_{30}^{10}=250$  с (при  $X_1=+1$ ), а також граничні значення функції відгуку  $Y_1-Y_3$ , то, послідовно фіксуєючи  $X_1=-1$ ,  $X_1=0$  та  $X_1=+1$ , визначали масові концентрації полістирольного пилу ( $X_2$ ) та коксового вугілля ( $X_3$ ) відповідно.

За допомогою метода інтервалів встановлено, що оптимальною системою «кам'яновугільний дьоготь - полістирольний пил (ПС) - коксове вугілля (КВ)» буде за масових концентрацій 1,6-4,0 % ПС ( $X_2$ ) та 24-28 % КВ ( $X_3$ ).

### Список літератури

1. Повзун О.І. Горілі породи, укріплені кам'яновугільним в'язучим, – ефективний конгломерат в основах автомобільних доріг / О.І.Повзун, С.О. Вірич, С.В. Кононихін // Вісник КНУ. – Кривий ріг, 2015. – Вип. 39. – С. 8-13.
2. Повзун О.І. Оптимальне кам'яновугільне в'язуче, модифіковане відходами виробництва полістиролу, для укріплення горілопородних основ автомобільних доріг / О.І. Повзун, С.В. Подкопаєв, О.В. Фролов та ін. // Гірничий вісник. – Кривий Ріг, 2016. – Вип. 101. – С. 111-118.
3. Голикова Т.И. Свойства  $D$  - оптимальных планов и методы их построения / Т.И. Голикова, Н.Г. Микешина // Новые идеи в планировании эксперимента. – М.: 1969. – С. 34-39.



## **ПРОВІТРЮВАННЯ КАР'ЄРІВ І ШАХТ ПРИ ВІДКРИТО-ПІДЗЕМНОМУ ВИДОБУВАННІ РУДИ**

Застосування технологічних схем при відкрито-підземному видобуванні залізної руди потребує впровадження вентиляційних систем, які забезпечують надійне провітрювання.[1, 2]. Всмоктувальний спосіб провітрювання шахт не виключає можливості потрапляння шкідливих газів в гірничі виробки після масових вибухів в кар'єрі. Згідно нормативних документів при відкрито-підземному способі розробки родовищ повинен застосовуватися нагнітальний спосіб провітрювання, впровадження якого потребує значних капітальних витрат.

Новизною отриманих результатів є те, що запропоновано загальну схему вентиляції, яка дозволяє змінювати спосіб (режим) провітрювання в залежності від місця здійснення масових вибухів – в кар'єрі або в шахті.

Результати дослідження. Запропоновано принципову схему провітрювання кар'єрів і шахт при відкрито-підземному видобуванні залізної руди. За цією схемою передбачається здійснювати провітрювання підземних виробок і кар'єрного простору однією вентиляторною установкою.

Запропонована схема провітрювання кар'єрів і шахт при відкрито-підземній розробці родовищ включає: головну вентиляторну установку (ГВУ); вентиляційні виробки; зону підземних робіт; підземні камери зрошення; сполучний вентиляційний колектор; кар'єрний простір; вентиляційні перемички; головний повітроподаючий ствол; регулюючи перемички

Відповідно до цієї схеми в теплий період року ГВУ вмикають на нагнітання повітря у шахту природна тяга у цей період діє сумісно з ГВУ. У холодний період року ГВУ перемикають на всмоктування повітря з шахти. Природна тяга й у цей період діє сумісно із ГВУ. Для попередження потрапляння продуктів масового вибуху з кар'єру в шахту ГВУ працює у режимі нагнітання, а при здійсненні масового вибуху в шахті ГВУ працює в режимі всмоктування. Ефективне провітрювання зони підземних робіт і кар'єру при роботі ГВУ у нагнітальному режимі здійснюється за умови, що перемичка на вентиляційному горизонті закрита, а перемичка на робочому горизонті шахти відкрита. У цей період року свіже повітря надходить у зону гірничих робіт, провітрює гірничі виробки і очисні блоки. Перед подачею повітря у кар'єр його очищують від шкідливих газів і пилу в підземній камері зрошення. Очищене повітря надходить у кар'єр вентиляційним колектором і провітрює його простір.

У холодний період року ГВУ працює у режимі всмоктування. За цим режимом свіже повітря надходить у кар'єр, провітрює його простір, а потім рухається вентиляційним колектором потрапляючи у зрошувальну камеру, де відбувається його очищення від пилу і газу. Після цього повітря надходить у зону гірничих робіт, провітрює гірничі виробки і очисні блоки та видається вентиляційним стволом за допомогою ГВУ в атмосферу. При цьому режимі перемичка на вентиляційному горизонті відкрита. Очищення рудникового повітря запропоновано здійснювати за допомогою гідравлічних завіс з використанням високого тиску води у трубопроводі. Основними параметрами даного способу очищення повітря є: дисперсність крапель води і відносна швидкість їх польоту, Щільність водного аерозолу, ступінь турбулізації забрудненого потоку та напрямок його руху відносно струменя гідравлічної завіси. Величини оптимальних параметрів зрошення коливаються в широких межах і залежать від механізму уловлення пилу. Водний аерозоль утворює електростатичне поле негативної полярності, причому ступінь електрзарядженості факелу води залежить від тиску води в трубопроводі. Ефективність очищення за умов дотримання оптимальних параметрів процесу може становити 90- 99 %.

### *Список літератури*

1. Черных А. Д. Комплексная разработка рудных месторождений / А. Д. Черных. – К. : Техніка, 2005. – С. 4-23.
2. Ошмянский И. Б. Рациональные способы проветривания при проектировании комплексной разработки открыто-подземного яруса.. Кривий Ріг. Вісник КНУ. Вип. 5 (15), 2006. С. 181-186.

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р тех. наук, професор,  
Т.А. КОМІСАРЕНКО, О.В. НЕСТЕРЕНКО, канд. тех. наук, доценти,  
Криворізький національний університет

## РОЗГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ГАСІННЯ ШАХТНИХ ПОЖЕЖ

Дослідження процесу горіння у гірничих виробках актуалізує широке коло проблем, пов'язаних із пізнанням загальних закономірностей гасіння пожежі, що є важливою проблемою в рамках сучасних моделей гасіння пожеж. Фахівцями Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту здійснено аналіз масиву карток обліку пожеж за 12 місяців 2018 року, які надійшли від територіальних органів ДСНС України, та вивчено проблемні питання стану з пожежами та їх наслідками в регіонах та загалом у державі. За результатами проведеного моніторингу стану з пожежами у 2018 році виявлено тенденції, що вказують на збільшення кількості загиблих унаслідок пожеж і травмованих на них людей, матеріальних втрат за загального зменшення кількості пожеж порівняно з 2017 роком.

Тактичні дії підрозділів ДВГРС по гасінню пожеж визначаються характером аварійної обстановки. Умови, в яких доводиться діяти підрозділам гірничорятувальників, надзвичайно різноманітні, способи гасіння розробляються для найбільш типових аварійних ситуацій. При цьому вивчаються і аналізуються особливості кожного випадку гасіння пожежі і узагальнюється досвід дій, способи гасіння розробляються для найбільш типових аварійних ситуацій. При цьому вивчаються і аналізуються особливості кожного випадку гасіння пожежі і узагальнюється досвід дій підрозділів ДВГРС. Всі способи і тактичні прийоми гасіння пожеж зводяться до припинення доступу кисню до палаючих матеріалів і зниження їх температури, а при підземній пожежі - ще й до зниження температури оточуючих порід до меж, що виключають повторне загоряння.

Основою пожежогасіння є примусове припинення горіння. На практиці використовують декілька способів гасіння пожежі:

1) спосіб охолодження (горіння речовини можливе тільки тоді, коли температура її поверхні перевищує температуру її займання, тобто якщо охолодити цю поверхню до більш низької температури, то горіння припиниться);

2) спосіб зниження концентрації (при зменшенні вмісту кисню у зоні горіння менше 14%, горіння припиняється. Це досягається введенням у зону горіння інертних газів (діоксид карбону, азот, водяна пара) або розведенням кисню продуктами горіння в ізольованих приміщеннях);

3) спосіб ізоляції (при припиненні надходження повітря, а з ним і кисню до речовини, яка горить. Для цього застосовують різні ізолювальні вогнегасні речовини: хімічну піну, порошки і т.ін.);

4) спосіб хімічного гальмування швидкості горіння (в зону горіння вводять такі хімічні сполуки, що здатні припинити хімічну екзотермічну реакцію, якою і є горіння, наприклад, різні галогенопохідні: бромистий етил та метил, фреони і т.ін.);

5) спосіб механічного гасіння полум'я. На полум'я спрямовують дуже потужний струмінь води, порошку або газу. Можливе також застосування вибуху, коли полум'я збивається ударною хвилею.

Забезпечення пожежної безпеки на підприємствах гірничорудної галузі потребує уваги і впровадження організаційно-технічних заходів та протипожежного захисту на основі використання новітніх досліджень з нанотехнології, наприклад, наночастки з глини та цементу, які володіють властивістю налипання на предмети і перегороджують доступ кисню до поверхонь, що горять, а також використання роботів, що самостійно потрапляють до місця пожежі, долаючи по шляху вентиляційні канали, завали і задимлені проходи, через такі перешкоди людина пробратися не здатна.

На підставі аналізу технічного рівня сучасних коштів і способів гасіння пожеж в шахтах, небезпечних по газу і пилу, виявлені перспективні напрямки досліджень. Роботи як і раніше контролюються пожежними, але ризики отримання травм при цьому зводяться до нуля для співробітників.

А.А. ГУРИН, д-р тех. наук, профессор, К.Ю. ГУРИНА, В.А. РАЧУК, студенты,  
Криворожский национальный университет

## БОРЬБА С АМБРОЗИЕЙ

Амброзия очень распространенный сорняк. Она встречается на сельскохозяйственных угодьях, на пустырях, огородах, вдоль автомобильных и железных дорог. Всходит в мае-июне, цветет в конце июля-начале августа и до октября. Высота амброзии достигает двух метров, а корень проникает в землю на глубину до 4 метров, поэтому она не боится засухи и жары. Имея мощную надземную массу и корневую систему, сорняк стремительно угнетает все соседние растения. Пыльца, выделяемая амброзией при цветении, вызывает у многих людей аллергию. Если совершенно здоровый человек будет дышать воздухом содержащим много пыльцы амброзии, то он заболит аллергией, которая практически не излечима. Особенно подвержены аллергическим заболеваниям дети. Ветром пыльца может уноситься на сотни километров. Амброзия – это аллерген, который способен привести к летальному исходу, поэтому она внесена в список карантинных объектов. Амброзия очень плодовитая. Один куст амброзии дает за сезон от 30 до 150 тыс. семян, всхожесть которых сохраняется на протяжении 40 лет. Она растет практически везде, даже на солончаках. Появившиеся на участке земли один-два кустика обеспечивают его полное зарастание амброзией в течении двух-трех лет. После этого урожайность культурных растений резко снижается, а земля становится неплодородной.

Известно много способов борьбы с амброзией. Самый надежный – вырывание с корнем, который практикуется на небольших территориях. При зарастании обширной территории используют различные гербициды (Прима, Колибр, Раундал, Лорен), которые на территориях населенных пунктов и на пастбищах не применимы [1].

Бороться путем скашивания (прополки) амброзии малоэффективно, так как после скашивания она образует заново в 2-3 раза больше побегов чем было. Поэтому рекомендуется скашивать ее не менее 3-5 раз за сезон, чтобы не дать растению заплодоносить.

Краткий анализ известных способов борьбы с амброзией показывает, что они могут использоваться в ограниченных условиях, недостаточно эффективны и не экономичны. Нами разработан и испытан в промышленных условиях способ борьбы с сорняками, основанный на применении водного раствора природного бишофита (РПБ) ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), который добывается из недр земли, имеет IV класс опасности, без цвета и запаха, не горит, гигроскопичен, имеет маслянистую структуру и стойкий при хранении [2].

Исследования действия РПБ на амброзию проводили на черноземе при разных фазах ее развития, начиная с июня и до ноября месяцев. При этом фиксировали расход и плотность раствора, погодные условия, плотность зарастания земли амброзией, изменение ее состояния во времени. Обработку сорняков раствором проводили ручным распылителем. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Обработку листьев амброзии РПБ можно проводить на любой стадии ее развития от всходов до цветения в сухую погоду. В период цветения отбрабатывать не целесообразно из-за появления пыльцы и роста семян.

2. Расход РПБ должен быть не менее 0,08 л на 1 кг биомассы амброзии. Плотность РПБ должна быть не менее 1250 кг/м<sup>3</sup>. При меньшей плотности необходимо увеличивать расход раствора.

3. Стоимость обработки амброзии РПБ средней плотности зарастания 5,0 кг/м<sup>2</sup> при наименьшей стоимости раствора 960 грн/т не превышает 40 грн на 100 м<sup>2</sup> (сотки).

4. РПБ, имеющий четвертый класс опасности и используемый в медицине как лечебное средство [1], может применяться для борьбы с амброзией на территории городов, курортов, возле дорог, вокруг полей и др. На полях, где выращиваются культурные растения, его использовать нельзя, так как он будет их уничтожать как амброзию.

### Список литературы

1. Виноградова Ю.К., Маморов С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России. М.:Геос, 2009-494с.
2. ТУ 25 Украина 225295-003-97 Раствор природного бишофита. РПБ.

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРОРІЗІВ В ІЗОЛЯЦІЙНИХ ПЕРЕМИЧКАХ

### 1. Розрахунок площі прорізу

Площа отвору в перемичках (мг) визначається за формулою:

$$x = \frac{(0.7+0.3n)S}{\frac{S}{Q} \sqrt{\frac{h}{0} \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) + 1}}, \quad (1)$$

де  $n$  - число перемичок, встановлюваних у виробках по шляху руху вентиляційного струменя, провітрюємих пожежну ділянку;

$S$  - площа поперечного перерізу виробки в місці установки перемички ( вибирається більше значення з усіх місць установки перемичок на шляху руху вентиляційного струменя),  $m^2$ ;

$Q_2$  - кількість повітря ( $m^3/c$ ), яким необхідно забезпечити пожежну ділянку після зведення перемичок з прорізами, визначається за формулою:  $Q_2 = Q_1/k$ . Це витрата повітря, яку необхідно надавати до пожежної ділянки протягом всього часу ізоляційних робіт для забезпечення вибухобезпечного повітря після закриття прорізів в перемичках, яка може бути розрахована за відповідною методикою на ділянці зі зворотною і прямою схемами провітрювання. Разом з цим визначається і час загазування ділянки після її ізоляції.

$h$  - депресія пожежної ділянки (Па) визначається за формулою:  $h = Kh_y$  ( $K$ - коефіцієнт, що враховує збільшення депресії ділянки після возведення перемичок з відкритими прорізами і приймається при ізоляції виїмкових ділянок рівним 1,1, панелі - 1,2; крила шахти - 1,3;

$h_y$ - депресія аварійної ділянки, виміряна до початку його ізоляції, Па;

$Q_1$ - кількість повітря, що проходить по виробці в місці зведення перемички до її установки, визначається безпосереднім виміром,  $m^3/c$ );

2. Розрахована площа прорізу повинна бути виходячи з умови проходу гірничорятувальників не менше ,  $0.6 \times 0.7$  м.

Розрахунок пропускної здатності прорізів

Для перемичок, в яких встановлюються стандартами починаючи ні отвори (металеві труби діаметром 0,8 м чи 1,0 м), розрахунок ведеться за наступною формулою:

$$\sqrt{h/R_y + R_{\pi}} > Q_2 \quad (2)$$

де  $R$ - опір аварійної ділянки, який визначається за результатами вимірів, виконаних до початку робіт по ізоляції,  $Pa \cdot c^2/m^6$ ;

$R_{\pi}$ - розрахунковий опір перемичок з відкритими прорізами,  $Pa \cdot c^2/m^6$

Опір однієї перемички з відкритими прорізами приймається в залежності від діаметра отвору: один отвір діаметром 0,8м -  $5,3 Pa \cdot c^2/m^6$ ; один отвір діаметром 1,0м -  $2,1 Pa \cdot c^2/m^6$  , два отвори діаметром 0,8 м -  $1, 2 Pa \cdot c^2/m^6$  .

У тих випадках, коли в ізолюючій ділянці не забезпечується необхідна витрата повітря, слід передбачати заходи щодо посилення його провітрювання. Розрахункові формули (1) і (2) можна застосовувати лише в тих випадках, коли перемички зводяться в ділянці з однієї повітроподаючої та однієї повітровідводної виробки. При складних схемах провітрювання аварій ділянку рекомендується моделювати на ЕОМ з залученням до розрахунків фахівців відділу повітряно-депресійної зйомки ДВГРЗ.

Похідні аеродинамічні параметри визначаються за даними вентиляційного журналу або за вимірами в аварійних умовах, геометрія виробок – за маркшейдерськими даними шахти.

Разом з цим дана методика передбачає також: розрахунок часу загазування аварійної ділянки після його ізоляції; розрахунок тривалості загазування тупикової виробки після зупинки вентилятора місцевого провітрювання; розрахунок стійкості вентиляційних струменів у вертикальних і похилих виробках.

### Список літератури

1. Устав ДВГРЗ по організації і веденню горно- рятувальних робіт – ст. 158.

## СУЧАСНІ СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ВИСОКОМІНЕРАЛІЗОВАНИХ ШАХТНИХ ВОД КРИВБАСУ

Під терміном «шахтні води» прийнято розуміти усі підземні води, які проникають у підземний простір, що утворюється при видобутку корисних копалин, і видаляються на поверхню через водовідливні установки шахт. Обсяги надходження шахтних вод залежать від кількості та протяжності гірничих виробок і свердловин, інтенсивності проведення дренажних робіт, величини рудних покладів, тріщинуватості та пористості руд і оточуючих порід та інших факторів.

До основних джерел надходження вод в шахти Криворізького басейну є: техногенна інфільтрація та фільтрація з поверхневих водойм (басейни річок Саксагані та Інгульця, техногенні ставки-відстійники та ін.); тріщинні та порові води рудних покладів і вміщуючих їх порід Саксаганської свити; води залізистих горизонтів антиклінальної частини Саксаганської свити; карстові води товщі доломітів Гданцівської свити, води метаморфізованих піщаників та конгломератів Глеєватської свити; води поверхневого стоку та інфільтрація атмосферних опадів, в тому числі, через зони обвалення поверхні.

Забруднення шахтних вод дрібнодисперсними суспендованими частками руд і оточуючих порід відбувається при бурінні свердловин та шпурів, проведенні вибухових робіт, виконанні навантажувальних та транспортних робіт. При використанні засобів механізації гірничих робіт відбувається забруднення шахтних вод нафтопродуктами, а в результаті гниття дерев'яних конструкцій та кріплення – бактеріальне забруднення.

Сучасні способи очищення високомінералізованих шахтних вод можна розділити на:

1. Способи очищення від суспендованих домішок.

1.1. Механічне очищення від грубодисперсних домішок (відстоювання, флотація, фільтрування, освітлювання у завислому шарі осаду, відцентрові способи).

1.2. Очищення від дрібнодисперсних та колоїдних домішок (коагуляція, флокуляція, електричні способи).

2. Способи очищення від розчинених домішок.

2.1. Очищення від мінеральних домішок (дистиляція, іонний обмін, зворотній осмос, ультрафільтрація, електричні способи, заморожування, реагентні способи).

2.2. Очищення від органічних домішок.

2.2.1. Регенеративні способи (екстракція, ректифікація, адсорбція, іонна флотація).

2.2.2. Деструктивні способи (біологічне окислення, рідинно-фазне окислення, паро-фазне окислення, радіаційне окислення, електрохімічне окислення, озонування, хлорування).

2.3. Очищення від газів (віддувка, нагрівання, реагентні способи).

Зазначені способи очищення мають ряд недоліків, які обмежують їх масове використання: низька продуктивність, великі габарити водоочисних установок, значні експлуатаційні витрати, складне технологічне забезпечення.

Найбільш витратним способом є коагуляція, оскільки вимагає великих витрат коагулянту і значних виробничих площ для зберігання та утилізації осаду. Тому, найчастіше для зниження витрат, коагуляцію виключають зі технології очищення, а наявні ємності використовують для природного відстоювання води. В результаті цього, основне навантаження з очищення шахтних вод лягає на фільтри, що швидко виводить їх з ладу. Використання ультрафіолетових ламп на потоці забрудненої води малопродуктивне, так як дрібно дисперсні вклучення віддзеркалюють ультрафіолетові промені та знижують ефективність окислення залишкових розчинів і знищення хвороботворних мікроорганізмів.

Найбільш перспективним способом вважається електрокоагуляція, перевагами якого є відсутність реагентів, низька експлуатаційна вартість, утворення інертного щільного осаду, компактне апаратне оформлення, автоматизація процесу, висока ступінь очищення.

Комплексне очищення та утилізація продуктів, які при цьому утворюються, дозволить використання очищених шахтних вод для знепилення технологічних процесів, зменшення пилovidілення з доріг та ін.

## ЗАПОБІЖНЕ РУХОМЕ КРІПЛЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Доповідь присвячена розробці та обґрунтуванню конструктивних елементів запобіжного рухомого кріплення гірничих виробок, що дозволить підвищити виробничі потужності, зменшити економічні витрати, а також зберегти необхідні розміри і форму поперечного перерізу виробки, при цьому забезпечити безпечні умови для роботи людей. Відсутність зручних, надійних та мобільних захисних засобів, які могли б забезпечити безпечне виконання робіт робітниками у привибійній зоні, є проблемою на даний час в гірничодобувній промисловості, а саме у сфері проходження горизонтальних гірничих виробок[1].

Проведений аналіз проблеми кріплення виробок у гірничій промисловості, говорить про те що, виникає необхідність створення нових конструктивних рішень, безпечних умов праці у галузі гірничих робіт. Під час проведення гірничих виробок усі роботи, повинні виконуватись під захистом запобіжного кріплення. На даний час в багатьох шахтах Кривбасу для кріплення виробок застосовуються застарілі, немобільні методи та технології зведення тимчасового кріплення, які не надають ефекту економії часу, заощадження фінансів та підвищення техніки безпеки виконання робіт[2]. Тому запроєктоване та розроблене запобіжне рухоме кріплення гірничих виробок.

Запобіжне рухоме кріплення функціонує наступним чином. Секції несучих опор закріплені болтами на рамі. Зверху із боків опори перекриті відпрацьованою конвеєрною стрічкою. Рама установлена на колісних парах і обладнана двигуном з пневматичним приводом, який підключений гнучким шлангом до магістралі стисненого повітря. Двигун з'єднаний із задньою колісною парою за допомогою черв'ячно-зубчастої передачі, що дає можливість пересуватися кріпленню вздовж тупикової виробки. На передній опорі обладнано пневматичний вентилятор, на виході якого закріплено дифузор, в середині якого установлено відцентрову форсунку, яка з'єднана гідравлічно з водопровідною магістраллю за допомогою електромагнітного клапана. Зверху пневматичного вентилятора на передній опорі закріплено прилад нічного бачення. Двигун має рукоятку, яка дозволяє змінювати напрямок обертання його осі та подачу стиснутого повітря за допомогою трьох позиційного електромагнітного клапана. Електромагнітні клапани розташовано на керуючому пульті оператора. Гнучкі шланги магістралей та зв'язуючий кабель живлення рукоятки під час руху кріплення намотуються на бобіну.

Кріплення після підривання шпурів у виробці дистанційно пересувається в зону вибуху, при цьому оператор за допомогою камери нічного бачення керує напрямком його руху і подає стисне повітря та воду до вентилятора і відцентрової форсунки відповідно. В дифузорі відбувається змішування повітря і крапель води після чого повітряно-водяна суміш надходить у зону вибуху, при цьому здійснюється знешкодження газів і пилу та ефективне провітрювання виробки.

Використання запропонованого кріплення дозволяє підвищити рівень безпеки праці при проведенні гірничих виробок оскільки воно містить перекриття для захисту працюючих від травмування падаючими кусками породи з покрівлі і боків виробки, пневматичний вентилятор дозволяє ефективно провітрювати виробку, а повітрово-водяна суміш, що утворюється в дифузорі, сприяє коагуляції пилу та нейтралізації шкідливих газів, які утворюються під час вибуху. Всі маніпуляції запобіжного кріплення здійснюються дистанційно з пульта управління за межами зони вибуху.

### 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. Запобіжне пересувне кріплення гірничих виробок. Патент на корисну модель №116469, Е 21D 11/40, опубл. Бюл. № 10, 2017 р.

Е.В. ЧАСОВА, канд. хім. наук, доцент, О.В. ДЕМЧИШИНА, канд. хім. наук, асистент,  
В. БОРИСЕНКО, В. ЛИСЕНКО, студенти,  
Криворізький національний університет

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТОМЕТРИЧНОГО ТА ЕКСТРАКЦІЙНО-ФОТОМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ СВИНЦЮ В СТИЧНИХ ВОДАХ

Важкі метали (ртуть, свинець, кадмій, цинк, мідь та ін.) відносяться до числа розповсюджених і вельми токсичних забруднюючих сполук. Вони широко застосовуються в різних промислових виробництвах, тому, незважаючи на очистні заходи, вміст важких металів в стічних водах доволі високий. Одним з найбільш небезпечних з перелічених важких металів є свинець. Свинець – це типовий розсіяний елемент, який міститься у всіх компонентах оточуючого середовища: у гірничих породах, ґрунтах, природних водах, атмосфері, живих організмах. Але, присутність у воді навіть незначної кількості сполук свинцю може бути надзвичайно небезпечними для всіх живих організмів. При концентрації елементу у воді 0,042-1,000 мг/дм<sup>3</sup> спостерігаються випадки отруєння. Санітарна норма ГДК<sub>Рв</sub> у воді 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

Однією з особливостей свинцю є те, що він осідає в тканинах організму і звідти вже практично не виводиться. Блокада іонами свинцю SH - груп ( в більшості своєї тіоферментів) суттєво порушує хід низки обмінних процесів. До особливостей сполук свинцю слід віднести те, що вони токсичні у всіх своїх водо-, кислото - і лугорозчинних формах. Розробка нових або модифікація вже відомих методів аналізу цього елементу є однією з актуальних задач в області охорони оточуючого середовища.

Для визначення катіонів свинцю у воді нами були використані два методи аналізу. Перший, та найбільш розповсюджений – це метод, в якому свинець визначається у вигляді дитизонату свинцю. Пробу води переносили в ділильну лійку на 100 см<sup>3</sup>, додавали 5 см<sup>3</sup> амонійної солі лимонної кислоти ( 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонова кислота) ( $\omega=10\%$ ) та нейтралізували аміаком до переходу окраски тимолового синього в синю. рН розчину 9-10. Додають 5 см<sup>3</sup> розчину дитизону в CCl<sub>4</sub> ( $\omega=0,01\%$ ) і інтенсивно струшують протягом 5 хвилин.

Після поділу фаз дитизоновий прошарок зливали в чисту ділильну лійку. Екстракцію продовжували до тих пір, доки дитизон не перестане змінювати свій первісний зелений колір. Розчин дитизону свинцю переносили в кювету фотоколориметра з товщиною  $l=20$  мм та швидко визначали свинець на КФК-2 з світлофільтром №5 (540 нм), який обрали, як оптимальний для цього аналізу. В якості розчину порівняння використовували розчин CCl<sub>4</sub>.

В другому методі фотометричного визначення свинцю у воді ми переводили катіони Pb<sup>2+</sup> у ацетат свинцю і визначали його у вигляді хелату ацетату свинцю з ксиленоловим помаранчевим. Визначення проводили по попередньо побудованому градуйованому графіку. До 1 см<sup>3</sup> досліджуваного розчину додавали 1 см<sup>3</sup> водного розчину ксиленолового помаранчевого ( $\omega=0,05\%$ ), 3 см<sup>3</sup> ацетатно-аміачного буферного розчину (рН 5,6) і доводили об'єм до 15 см<sup>3</sup> бідистильованою водою. Вимірювання проводили через 20 хвилин на фотоколориметрі КФК-2 з товщиною кювети  $l=20$  мм з світлофільтром №6 (590 нм). Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі рН-150 МА. Розчин порівняння містив всі компоненти, окрім розчину ацетату свинцю. Усі реагенти, які використовували мали кваліфікацію «х.ч.» або «ч.д.а.».

Порівняння цих двох методів дозволило нам зробити наступні висновки. Дитизоновий метод має купу недоліків, головні з яких:

- 1) тривалість аналізу;
- 2) використання великої кількості хлороформу;
- 3) неселективність, тому що дитизон утворює комплексні сполуки з багатьма катіонами.

Переваги другого методу полягають в тому, що:

- 1) займає небагато часу;
- 2) більш чутливий;
- 3) більш селективний ( тому, що більшість металів не утворює комплексів з ацетат-іонами).

Таким чином, фотоколориметричне визначення свинцю у воді у вигляді халатів ацетату свинцю з ксиленоловим помаранчевим є достатньо точним і надійним і може бути використаний для визначення свинцю у стічних водах.

О.В. ПИЩИКОВА, Л.О. ЯНОВА, С.І. САХНО, канд. тех. наук, доценти,  
Криворізький національний університет

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКЛАДАННЯ НОРМАТИВНИХ ДИСЦИПЛІН БЖД ТА ЦЗ ДЛЯ БАКАЛАВРІВ ТА МАГІСТРІВ УСІХ ГАЛУЗЕЙ ЗНАНЬ ТА СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ В УМОВАХ ОСОБЛИВОГО ПЕРІОДУ**

В сучасних умовах особливого періоду, який переживає Україна з 17.03.2014 р. викладання дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист» майбутнім бакалаврам та магістрам розглядається як один з пріоритетніших факторів забезпечення національної безпеки держави. Ризики виникнення надзвичайних ситуацій (НС) мирного та воєнного характеру на території України через наявність антитерористичної операції (АТО), потенційно-небезпечних об'єктів залишаються дуже високими.

Тому в таких умовах найголовнішим є набуття професійних компетенцій майбутніми бакалаврами та магістрами саме в даній сфері.

Вважаючи на те, що майбутні бакалаври та магістри є потенційними менеджерами та керівниками, вони будуть нести особисту матеріальну та кримінальну відповідальність за порушення вимог охорони праці та цивільної безпеки.

На сьогоднішній день ВНЗ надано повну свободу дій щодо прийняття рішень стосовно розвитку академічних свобод, організації наукових досліджень, освітнього процесу, внутрішнього управління, економічної та іншої діяльності, самостійного добору і розстановки кадрів тощо.

Реалізація таких гарантій, відповідно до Конституції України, як право на захист життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха, застосування зброї, на жаль передбачено не в повному обсязі в Стандартах Вищої освіти, які розроблено на базі Закону України «Про вищу освіту».

Особливо такі непорозуміння стосуються магістерського рівня вищої освіти, що в свою чергу суперечить нормативно-правовим актам України, які є обов'язковими для виконання усіма міністерствами та відомствами України, в тому числі й МОН України.

Нижче представлено обґрунтовану законодавчу базу, яка є юридичним доказом необхідності обов'язкового включення дисциплін «БЖД» та «ЦЗ» до навчальних планів та внесення змін до Стандартів вищої освіти.

Ієрархічна система нормативно-правових актів України складається з Конституції України; Кодексів та Законів; указів та розпоряджень Президента України; постанов та розпорядженнями Кабінету Міністрів України і тільки потім з нормативних актів міністерств і відомств (у тому разі і МОН України).

Таким чином, обов'язковість для виконання постанов Кабінету Міністрів України означає, що акти міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, не можуть суперечити будь-якому із названих актів вищої юридичної сили, а в разі наявності такої суперечності акти міністерств, інших центральних органів виконавчої влади застосуванню (повністю чи у відповідній частині) не підлягають.

Так, згідно Постанови № 444 Кабміну від 26.06.2013 р. із змінами від 26.07.2018 р. № 592, в Україні діє «Порядок здійснення навчання населення діям в надзвичайних ситуаціях», згідно якого підготовка студентів ВНЗ до дій у надзвичайних ситуаціях здійснюється за нормативними навчальними дисциплінами «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист».

Тому хочемо наголосити, що незважаючи на те, що в Стандартах вищої освіти в переліку загальних та спеціальних (предметних) компетенцій бакалаврів та магістрів не приділено належної уваги вирішенню соціальних питань, дисципліни «Цивільний захист» та «Безпека життєдіяльності» обов'язкові до включення в усі бакалаврські та магістерські навчальні програми МОН у зв'язку з вищенаведеною Постановою Кабміну.

Таким чином є обов'язковим включення до навчальних планів, освітньо-професійних програм ВНЗ освіти України бакалаврських та магістерських програм усіх спеціальностей нормативних дисциплін «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці» і «Цивільний захист та охорона праці в галузі».



## **ПРЕВЕНТИВНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ НА БАЗІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Впровадження систем відеоспостереження на залізничному транспорті актуально у зв'язку з зіткненням потягів, сходу з рельс потягів та інших аналогічних аварій, а також ризиком виникнення терактів у місцях масового скопичення людей.

Тому в АТ «Укрзалізниця» та підприємствах, що використовують промисловий транспорт необхідно розробити концепцію безпеки, яка б передбачала безперервне спостереження за транспортними об'єктами та виключала б можливість існування так званих «сліпих зон».

Впровадження превентивних засобів безпеки на залізничному транспорті мають психологічне значення, відлякують хуліганів та злочинців, а також системи відеоспостереження дозволяють унеможливити виникнення терактів.

Системи відеоспостереження в будівлях вокзалів є важливим елементом антитерористичної інфраструктури на залізничному транспорті є, що дозволить виявляти правопорушників в 70 % випадків.

Однак тільки слідкувати за поточною обстановкою на вокзалах та станціях не є достатнім. Для попередження злочинів потрібно аналізувати небезпечні інциденти, звертатися до архівних баз даних тощо.

Для вирішення подібних завдань на допомогу може прийти відеоспостереження за допомогою штучного інтелекту. Саме такі системи штучного інтелекту будуть більш ефективними для попередження злочинів та терактів.

Основними завданнями систем штучного інтелекту відеоспостереження є:

- 1) забезпечення оптимального візуального моніторингу зон, що охороняються та контролюються;
- 2) профілактика порушень та несанкціонованих дій у відношенні як фізичних осіб так і матеріальних цінностей, а також профілактика аварійних та надзвичайних ситуацій;
- 3) реєстрація відеоінформації, яка на випадок виникнення нештатної або аварійної ситуації в подальшому може бути використана для відновлення реальної хронології подій;
- 4) забезпечення оперативного візуального контролю персоналу, а також співробітників служби безпеки.

До складу сучасних штучних систем інтелекту входить інтелектуальний детектор подій, що дозволяє визначити об'єкт та його властивості – габарити, швидкість, траєкторію та напрямок руху, фіксувати підозрілі предмети тощо.

Ідентифікувавши подію як нештатну або аварійну, він передає тривожний сигнал до системи та реагує на ситуацію.

Впровадження штучних інтелектуальних систем дозволяє не тільки відслідковувати що відбувається, але й дає можливість свій фокус уваги приділяти в першу чергу на подіях певного характеру. Наприклад, це може бути падіння предметів з висоти на рельси або предмет, який залишили без догляду. Система одразу відреагує на такі ситуації. Також ця система може фіксувати наявність натовпу, ідентифікувати біометричні параметри людини та виконувати пошук з бази даних в режимі online. При необхідності система може самостійно сформувати сигнал тривоги та надіслати оперативну інформацію на мобільні або стаціонарні телефони.

Штучні системи спостереження на сьогодні також мають і деякі недоліки. Так, іноді спрацьовує помилкова тривога внаслідок впливу погодних умов (снігопад, дощ), а також вплив птахів та тварин.

Ці фактори слід враховувати при тестуванні систем в конкретних умовах.

Отже, підводячи підсумки, необхідно відмітити, що впровадженню превентивних заходів безпеки на залізничному транспорті на базі штучного інтелекту держава повинна приділяти підвищену увагу, оскільки це є питання національної та суспільної безпеки.

О.О. ЛАПШИН д-р тех. наук, доцент, М.К. ЯГОДКА студент,  
Криворізький національний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВИРОНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ЗАХОДІВ БЕЗПЕЧНОГО ВСТАНОВЛЕННЯ ТИМЧАСОВОГО КРІПЛЕННЯ В УМОВАХ ШАХТ**

З подальшим розвитком гірничих робіт в підземних умовах шахт, з проведенням підготовчих вертикальних, похилих та горизонтальних виробок та встановлення в них тимчасового кріплення, слід завжди керуватися правилами безпеки, щоб у подальшому унеможливити нещасні випадки, аварії та професійні захворювання

Заздалегідь правильно обрані технічні характеристики тимчасового кріплення: вид, форма, матеріали та його якість, вірні розрахунки, приведуть до зниження виробничого травматизму в підземних умовах.

За характером роботи тимчасове кріплення будують підтримуюче, яке слугує для запобігання обвалення порід до возведення постійного кріплення. Воно використовується у вигляді окремих дерев'яних або металевих стійок; неповних дерев'яних кріпильних рам, металевих трапецієподібних рам, штангового кріплення.

Захисне тимчасове кріплення слугує для захисту людей та машин в забої від падаючих з покрівлі кусків породи і виконується у вигляді висувних запобіжних перекриттів, а також у вигляді підвісних дерев'яних або металевих верхняків з затягуванням.

Тимчасове кріплення повинно відрізнятися простотою конструкції та зручністю встановлення та розбирання.

При проведенні тимчасового кріплення також необхідно розробити проектну документацію та організаційно технічні заходи при встановленні тимчасового кріплення, до яких будуть належати паспорти та інструкції. Паспорт кріплення – проектний документ, що визначається для даної виробки в залежності від характеристики бокових порід способ проведення, конструкцію кріплення та спосіб його зведення, обсяг робіт та потребу в кріпильних матеріалах.

Згідно з інструкцією паспорт складається з графічної частини і пояснювальної записки. Паспорт кріплення та управління покрівлею гірничих виробок має визначати для даної виробки способи управління покрівлею і кріплення, конструкцію кріплення, послідовність виробництва робіт з управління покрівлею і кріплення та їх обсяг. Паспорти складаються у двох примірниках для кожної очисної та підготовчої виробки. Начальником або головним інженером шахти

Паспорти знаходяться: у начальника дільниці, у нарядних, у головного інженера шахти. Робітники, бригадири, зайняті зведенням кріплення і технічним наглядом ділянки повинні бути ознайомлені з паспортами під розписку

Графічний матеріал повинен містити поперечний розріз виробки, на якому повинні бути показані: розмір виробки, бокові породи, розташування покладів руди по відношенню до виробки, конструкція і розміри постійного і тимчасового кріплення, розташування затяжок, розташування відкотних шляхів, розміри водостічної канавки поздовжній розріз виробки із зазначенням бічних порід, кріплення, відстаней між осями рам, а при проведенні виробки також відстання від забою постійного і тимчасового кріплення.

Пояснювальна записка до паспорту повинна містити: геологічну характеристику (потужність і кут падіння пласта, покладу) характеристику всячого і лежачого боків покладу, опис особливостей поведінки бічних порід при виїмці обґрунтування вибору способу кріплення конструкції кріплення, прийнятих розмірів елементів кріплення. короткий опис обраного способу кріплення і конструкції кріплення розрахунок потреби в кріпильному матеріалі дані про крок обвалення, ширини заходки дані про щільність привибійного кріплення, розпірного кріплення, число стійок кріплення, на 1 м, число стійок в стінці.

### *Список літератури*

1. Білецький В.С. Мала гірнича енциклопедія //Д.:Східний видавничий дім, 2004-2013
2. Бокій, Б.В. Зimina. Е.А. Смирняков В.В. Тимофеев. О.В. Проведение и крепление горных выработках // Москва-1963, с 148.

### **ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРТНОГО ОБСТЕЖЕННЯ (ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ) КРАНІВ МОСТОВОГО ТИПУ**

Для оцінки фактичного стану кранового господарства суб'єктом господарювання повинно бути забезпечити проведення експертного обстеження в зв'язку з закінченням граничного строку експлуатації крана, з метою визначення його технічного стан, умов і строку подальшої безпечної експлуатації з урахуванням режиму роботи, а також визначення потреби у проведенні ремонту, модернізації, реконструкції або виведенні з експлуатації. Експертний висновок повинен мати наступні розділи: підстави для проведення експертного обстеження; мета проведення експертного обстеження; загальні відомості про кран; відомості про експертну організацію та фахівців, які проводили експертне обстеження (до них входить дозвіл Державної служби України з питань праці на проведення робіт підвищеної небезпеки та випробування); відомості про обладнання та приклади, використані при проведенні експертного обстеження крана; відомості про суб'єкта господарювання, що експлуатує кран.

У висновку також повинні бути відомості про розглянуті в процесі експертного обстеження технічні, експлуатаційні, організаційно-методичні та нормативні документи. У процесі експертного обстеження необхідно розглянути документи: паспорт крана мостового, інструкція з експлуатації крана, креслення, ескізи, розрахунки, довідка про характер роботи крана, матеріали попередніх експертних обстежень, вахтовий журнал машиніста крана, журнал періодичних оглядів крана, інструкції з охорони праці експлуатаційного та обслуговуючого персоналу. Розглянуті документи перевірялись на відповідність вимогам: Постанова Кабінету Міністрів України від 26 червня 2004 р. № 687. "Про затвердження порядку проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки"; НПАОП 0.00-1.80-18 "Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних пристроїв і відповідного обладнання". Електрообладнання спеціальних установок"; НПАОП 40.1-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів"; ПУЕ "Правила устрою електроустановок"; ОМД 00120238.001-2005 "Методика проведення експертного обстеження (технічного діагностування) кранів мостового типу", зі змінами №1; СТП 80.3-011-08 «Неруйнівний контроль».

За результатами за результатами догляду складається висновок: ремонти крана проводяться в відповідності з вимогами нормативних документів з охорони праці з розробкою документації на ремонт; періодичні огляди та ремонти проводять згідно з затвердженими графіками; періодичні технічні огляди проводять вчасно; експерти обстеження проводять вчасно; організація експлуатації крана відповідає вимогам НД.

Також мають бути наступні розділи: основні паспортні дані крана; відомості про матеріали несучих металоконструкцій крана; програма робіт з експертного обстеження крана; відомості про відповідність фактичних умов експлуатації крана паспортним даним; результати експертного обстеження; висновки .

В рекомендації щодо умов експлуатації крана зазначається наступне: з метою дотримання безпечної експлуатації крана необхідно надавати кран на позачерговий повний технічний огляд уповноваженій організації, яка зробить регламент технічних оглядів на подовжений строк експлуатації крана, своєчасно проводити технічні огляди і експертні обстеження, проводити технічне діагностування крану експертною організацією, у разі виявлення під час проведення технічного огляду та експлуатації зносу (механічного або корозійного), залишкової деформації, тріщин, інших пошкоджень складових частин, аварії або пошкодження.

Додатками експертного висновку є: протокол візуально-оптичного огляду крана; протокол вимірювань відхилення форми металоконструкції крана; результати перевірки рейкової колії крана; протокол вимірювання опору розтіканню на основних заземлювачах і заземлення магістралей та устаткування крана; протокол перевірки опору ізоляції кабелів і електроустаткування крана; відомості дефектів, пошкоджень та відмов крана.

**АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ  
ЗДОРОВ'Я ПРАЦІВНИКІВ В ГІРНИЧІЙ ТА БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗЯХ**

За визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я: «Здоров'я - це стан фізичного, духовного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб і фізичних дефектів». Здоров'я важлива і крихка цінність людини, яка не поновлюється. Загроза життю і здоров'ю людини існує і у побуті, і на робочому місці. Перелік документів, на які слід орієнтуватися керівникам підприємств і фахівцям служби охорони праці (ОП) при аналізі стану робочих місць та обладнання на відповідність безпечним умовам праці, розробці посадових інструкцій та інструкцій з ОП, постійно оновлюється і досить великий – це нормативно-правові акти КМУ, Держпраці, локальні акти підприємства. Але основою працезахоронного регулювання є Закон України «Про охорону праці» (далі - ЗУ), дія якого поширюється як на всіх працівників, так і на роботодавців: юридичних і фізичних осіб. Крім того, відносини, що пов'язані з виконанням робіт за договором підряду або договором про надання послуг, не регулюються Кодексом законів про працю № 1105 (КЗпП) і не підпадають під дію ЗУ «Про охорону праці». Таким чином, вимоги з питань ОП у межах дії підприємства і на робочих місцях, визначаються у відповідних договорах за згодою сторін (лист Держпраці від 31.03.2016 р. № 3684/2/12-ДП-16). Статтю 153 КЗпП передбачено, що на підприємствах, в установах та організаціях мають бути створені безпечні та нешкідливі умови праці, а в ЗУ «Про охорону праці» вказано, що забезпечити їх повинен роботодавець. Відповідно до ст. 14 ЗУ, обов'язками працівників є дбати про особисту безпеку і здоров'я, і оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства; знати і виконувати вимоги з ОП, правила поведінки з устаткуванням, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту; проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди. Фінансування ОП здійснює роботодавець (ст. 19 ЗУ) - витрати на ОП повинні становити не менше 0,5 % від фонду оплати праці (ФОП) за попередній рік - для всіх підприємств, незалежно від форм власності, і фізичних осіб, які використовують найману працю. На підприємствах, в установах, організаціях, що утримуються за рахунок бюджетних коштів, витрати на ОП устанавлюють у колективному договорі з урахуванням фінансових можливостей таких роботодавців, але зазвичай це 0,2% від ФОП за попередній рік. Права працівників на ОП під час укладення трудового договору: роботодавець повинен проінформувати працівника (ч. 2 ст. 5 ЗУ) під підпис про умови праці; наявність на його робочому місці ще неусунених небезпечних і шкідливих виробничих факторів і про можливі наслідки їх дії на здоров'я; права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля (ч. 2 ст. 6 ЗУ). Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації в разі необхідності підтверджується фахівцями з ОП підприємства за участі представника профспілки, членом якої є працівник, або уповноваженої працівниками особи з питань ОП (якщо профспілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з ОП. За період простою з цих причин не з вини працівника за ним зберігається середній заробіток (ч. 3 ст. 6 ЗУ). Працівник має право у визначений ним строк розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавство про ОП та/або не додержується умов колективного договору з цих питань. При цьому працівнику виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку (ч. 4 ст. 6 ЗУ, та ст. 44 КЗпП). Працівника, який за станом здоров'я згідно з медичним висновком потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за його згодою на таку роботу на термін, зазначений у медвисновку, або встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання з набуття іншої професії (ч. 5 ст. 6 ЗУ). Таким чином, тільки взаємне дотримання роботодавцем і працівником правил з ОП може максимально забезпечити безпечні умови і охорону праці для працюючих осіб і подовжити працездатний вік персоналу.

### **ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ ШУМУ НА РУДОЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИКАХ КРИВБАСУ**

Аналіз роботи технологічного ланцюга рудозбагачувального комплексу, а саме: процеси здрібнення, класифікації, магнітної сепарації, фільтрації та транспортування продуктів різних стадій процесу збагачення відкрив широку палітру негативних факторів виробничого процесу. Серед основних, по даним атестації робочих місць, зазначимо підвищену концентрацію пилу, високий рівень шуму та вібрації. Так, більшість машиністів млинів зі стажем страждають на туговухість через надмірний рівень шуму від роботи кульових барабанних млинів.

Альтернативи, на найближчий час, таким млинам не існує, тому праці по удосконаленню рудопідготовки та зменшенню рівня шкідливих та небезпечних факторів за рахунок модернізації конструкції існуючого помольного обладнання та використання нових матеріалів є актуальними.

В роботі приведений аналіз досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених та практиків, присвячений даній проблемі. Загальним та реальним висновком цих досліджень є удосконалення внутрішньої оболонки барабанних млинів – футеровки. При цьому, на більшості фабрик збагачення минулого СРСР в конструкціях кульових млинів використовується футерування з так званої «марганцівки» - броньових плит з високоякісних сталей. Однак, передовий досвід роботи збагачувальних фабрик підтвердив високі технічні та технологічні показники роботи барабанних млинів, футерованих сучасними видами гуми.

Так, в умовах ПівдГЗК на млинах МШЦ-36х55 у другій та третій стадіях здрібнення гумове футерування дозволило отримати суттєві переваги перед металом: 1.Економічна ефективність - вартість 1год. експлуатації в 2-2,5 рази менше, ніж у футеровки з металу; 2.Менший знос – більший термін служби (в 1,5-2,5 рази); 3.Зниження витрат куль – в 1,2-1,5 рази; 4.Вага гумової футеровки в 5-6 разів менше металевої, що зменшує тиск на опорні підшипники млина, знижує їх знос і на 1,5-2% економить витрати електроенергії; 5.Простота монтажу (демонтажу)-втрата часу зменшується в 3-4 рази; 6.Зниження шуму і вібрації в 1,5- 2,0 рази.

Має місце і негативний досвід використання гумової футеровки – в першій стадії здрібнення таке футерування руйнувалося важкими (100-120мм) кулями. Тому для першої стадії здрібнення запропоновано гумово-металеве футерування українських виробництв ТОВ НВП «Еласт» (Дніпро) і ТОВ «Валса ГТВ» (Біла Церква). Конструктивно - це металеві каркаси, укриті шаром зносостійкої гуми. Попередні результати промислових випробувань гумово-металевого футерування хвильового профілю у порівнянні з металевим футеруванням аналогічної форми (так званою «михельсонівською футеровкою») дозволило підвищити продуктивність млина на 3-5% при забезпеченні необхідної якості помелу.

На інших ГЗК можна бачити традиційне постачання комплектів футерування з марганцевистих сталей. Найчастіше це пояснюють їх низькою вартістю. Однак, елементарний розрахунок втрат від простоїв обладнання, важких і коштовних умов ремонту млинів та ін. – дозволяє показати, що сума даних втрат значно перевищує економію на закупівлю комплектів сучасного гумового футерування.

Необхідно відмітити, що пошук нових матеріалів і конструкцій футерування привів до надсучасних високомолекулярних поліетиленів та поліуретанових еластомерів. Ці унікальні властивості інноваційних матеріалів відмінно зарекомендували себе в гірничодобувній, сільськогосподарській, целюлозно-паперовій та ін. галузях промисловості завдяки підвищеній зносостійкості, високій ударній в'язкості, роботі в агресивному середовищі та ін.

Інтерес викликає також використання силіконових пластин та спеціальних гумових підкладок під традиційне футерування з цілим набором позитивних якостей.

Найпростішим частковим рішенням проблеми зниження шуму, на наш погляд, є установка підкладок під металеві футеровки, виготовлені з конвеєрної стрічки (нової або б/в). Виготовлення даних підкладок можливе на території комбінату, зокрема в цеху ширпотребу.

Цей матеріал, перевірений часом, є міцним та зносостійким і може бути рекомендований до використання.

**ДОЦІЛЬНІСТЬ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ.**

Важливим напрямком раціонального використання мінеральних ресурсів є комплексна переробка корисних копалин, в результаті якої з одиниці вихідної сировини отримується декілька різноманітних за своєю споживчою вартістю продуктів. Такий перехід до вирішення веде до розширення сировинної бази промисловості та асортименту продукції, до зменшення шкідливого впливу на оточуюче середовище відходів виробництва. Повнота використання ресурсів будь-якого родовища може бути оцінена коефіцієнтом комплексності  $K_{\text{ком}}$  використання родовища, який визначають за формулою:

$$K_{\text{ком}} = \frac{N}{N'}, \quad (1)$$

де:  $N, N'$  – кількість корисних компонентів або видів розкривних порід даного родовища, які відповідно використовуються і можуть бути використані в народному господарстві.

У теперішній час існує ряд гірничих підприємств, на яких використовуються деякі види розкривних порід, але в невеликих об'ємах (порівнянні із запасами та потребами). У цих випадках оцінка повноти використання ресурсів родовища коефіцієнтом комплексності буде однобічною. Необхідно врахувати і кількісний бік. Для цього слід застосувати коефіцієнт повноти використання  $K_{\text{п.в.}}$  ресурсів родовища, який визначають за формулою:

$$K_{\text{п.в.}} = \frac{V_p}{V'_p}, \quad (2)$$

де  $V_p$  – сумарний об'єм усіх видів ресурсів родовища, які добувають та використовують у народному господарстві;  $V'_p$  – теж саме, які можуть бути використані в народному господарстві.

При комплексному використанні сировини відбувається зростання продуктивності суспільної праці на різних стадіях технологічного процесу і різних підприємствах. За таких умов особливо важливе значення набуває правильне віднесення витрат на попутну продукцію, та підрахунок отриманого ефекту.

Тільки при повному сумарному обліку усіх стадій переробки може бути виявлена можлива ефективність комплексного використання сировини.

Економічна ефективність комплексного використання сировини може бути визначена за формулою:

$$E_k = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i Z_i - 3_i}{\sum_{i=1}^n K_i}, \quad (3)$$

де  $Z_i$  - відпускна ціна кожного отриманого корисного продукту;  $3_i$  – річні експлуатаційні витрати на отримання кожного продукту;  $K_i$  – капітальні вкладення у виробничі фонди для отримання кожного виду продукції.

Комплексне використання мінеральних ресурсів можливе при наявності відповідних технічних рішень. Велике значення має встановлення послідовності залучення до виробництва попутних компонентів або відходів. Таким чином урахування усіх вищезгаданих чинників дозволить більш повно оцінити ефективність від комплексного використання ресурсів.

*Список літератури:*

1. Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин України та проблеми надрокористування (20 років ДКЗ): зб. Наук. Праць. – Київ – 23.
2. Офіційний сайт компанії GeoMechanics Technologies [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.geomechanicstech.com>.

В.Ю. ТИЩУК, д-р тех. наук, доцент, І.Б. КОВАЛЬОВА, ст. викладач, М.Д. БОБРОВ, студент, Криворізький металургійний інститут Національної металургійної академії України

## БОРОТЬБА З ШКІДЛИВИМИ ВИКИДАМИ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Коксування вугілля приводить до утворенням летючих речовин і твердого залишку- коксу. Основні продукти коксохімії це кокс кам'яновугільний (76-78%), коксовий газ (14-15%), летючі хімічні речовини (5-6%) – 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 значно перевищують гранично-допустимі концентрації. Крім того, шкідливі речовини розповсюджуються в атмосферному повітрі на великі відстані, що приводить до забруднення житлових масивів, водоймищ, селітебних зон.

У коксохімічному виробництві основними процесами, пов'язаними з найбільшими викидами в повітря робочих зон і атмосферного повітря, є підготовка шихти, її транспортування, завантаження шихти в камери коксових печей, розвантаження гарячого коксу, сортування коксу. В цеху вуглепідготовки велика кількість пилу - 0,4 кг / т вугілля, утворюється при падінні вугілля. Для пиловловлювання споруджуються укриття і аспіраційні системи з пилоочищенням в циклонах і мокрих скруберах.

Для попередження виносу пилу доцільно застосовувати також спосіб змочування шихти розчинами поверхнево-активних речовин.

При завантаженні вугільної шихти в розпечені коксові печі утворюються залпові викиди парогазової суміші у кількості 3-5 м<sup>3</sup>/т шихти та значні виділення пилу і газів, які характеризуються такими складовими, г / т коксу:

400 пил; 46 CO; 22 H<sub>2</sub>S; 17NH<sub>3</sub>; 0,6 HCN; 1,1 C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH; 190 C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>; 32 SO<sub>2</sub>; 55 NO<sub>x</sub>.

Видача коксу з камер коксування в гасильний вагон призводить до залпових газопилових викидів, г / т коксу:

750 пил; 7,6 H<sub>2</sub>S; 51 NH<sub>3</sub>; 0,5 C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH; 22 SO<sub>2</sub>; 3,6 NO<sub>x</sub>; 36 C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>; 0,1 HCN.

При подальшому гасінні коксу водою, в атмосферу виділяються забруднюючі речовини, об'єм яких становить приблизно, 100 м<sup>3</sup>/ т коксу. Концентрація окремих забруднювачів в цих газах становить, г / м<sup>3</sup>:

110 пил; 31 CO; 16 SO<sub>2</sub>; 0,2 H<sub>2</sub>S; 2,9 NO<sub>x</sub>; 70 C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>.

Результати аналітичних та експериментальних досліджень свідчать, що ефективним способом боротьби з шкідливими викидами є використання великих пересувних аспіраційних укриттів над гасильним вагоном, що приєднуються до стаціонарного колектора і газоочисних пристроїв з подальшою нейтралізацією пилогазових викидів в апаратах сухого та мокрого очищення – циклонах, скруберах

При цьому над розжареним коксом, що потрапляє в гасильний вагон, виникає інтенсивна висхідна течія нагрітого повітря, яка залучає до руху значні маси навколишнього атмосферного повітря. Об'єм цих газів зазвичай складає декілька десятків кубометрів.

Найбільш ефективним способом боротьби з викидами при цьому є їх відсмоктування за допомогою парового або гідравлічного інжектора з подальшим очищенням в мокрих пилогазоочисних апаратах.

Дослідження авторів свідчать, що для цього з високою ефективністю необхідно використовувати водяні суспензії зелених глин або вуглелужного реагенту (ВЛР).

Теоретично, на основі класичних фізико-хімічних положень, встановлено механізм нейтралізуючої дії зелених глин та ВЛР, який полягає в тому, що між молекулами газів і складовими суспензій відбувається фізична і хімічна взаємодія, що забезпечує ефективне поглинання шкідливих газів дрібнодисперсними інгредієнтами суспензій.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на визначення ефективності нейтралізації інгредієнтами суспензій більш широкого спектру інших шкідливих газів, що утворюються при коксуванні кам'яного вугілля.

УДК 669.162.261.3

С.А. КАРИКОВ, начальник цеху, ПрАТ «МК «АЗОВСТАЛЬ»

В.Б. СЕМАКОВА, канд. тех. наук, доцент, ДВНЗ «ПДТУ»

В.П. РУСЬКИХ, канд. тех. наук, доцент, ДВНЗ «ПДТУ»

В.В. СЕМАКОВ, канд. тех. наук, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

### РЕГУЛЮВАННЯ РАДІАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ГАЗОВОГО ПОТОКУ В ДОМЕННІЙ ПЕЧІ ЗМІНОЮ СИСТЕМ ЗАВАНТАЖЕННЯ ШИХТИ

Значний вплив на питому витрату коксу при виплавці чавуну надає відновна робота газового потоку в доменній печі (ДП) [1-3]. Ступінь використання відновного потенціалу газу визначається не тільки параметрами пічного газу і шихтових матеріалів, а й структурою стовпа шихти, яка формується при її завантаженні в піч, що обумовлює «пріоритетність вдосконалення розподілу шихти і газів перетином колошника як визначального інструменту оперативного управління ходом печі та ефективністю плавки» [3].

Досягнення раціонального розподілу шихти, що сприяє високопродуктивній роботі печі та зниженню питомої витрати коксу, забезпечується регулюванням співвідношення рудних матеріалів та коксу радіусом колошника, тобто рудного навантаження на кокс [1]. Більш гнучке регулювання розподілу шихти здійснюється безконусними завантажувальними пристроями (ЗП). На ДП, обладнаних конусними ЗП, можливості радіального перерозподілу шихти обмежені, тому звичайно регулювання розподілу шихти радіусом колошника здійснюється за допомогою технологічних прийомів, а саме: порядку завантаження скіпів рудних матеріалів і коксу в подачі, зміни рівня засипу шихти, маси подачі та ін.

Традиційно ДП завантажують циклом прямих РРКК↓ подач і подач «коксом вперед» КРРК↓, де Р – скіп рудних матеріалів, К – скіп коксу. Для підвищення рудного навантаження у стін печі збільшують кількість прямих подач у циклі та, навпаки, для розкриття периферійної зони збільшують кількість подач «коксом вперед» [1]. Контроль за розподілом газового потоку радіусом колошника проводять за непрямими ознаками, наприклад, за температурою колошникового газу над поверхнею шихти  $T$ , яка збільшується при зниженні рудного навантаження на кокс, що сприяє розвитку газового потоку.

У виробничих умовах на ДП, що завантажувалася прямими подачами, в периферійній зоні (ПЗ) спостерігалася температура газового потоку над поверхнею шихти  $T_{\text{п}}=137^{\circ}\text{C}$  (відносна температура в ПЗ:  $T_{\text{вп}}=137/208=0,66 T_{\text{ср}}$ , де  $T_{\text{ср}}$  – середня температура газу перетином колошника над поверхнею шихти,  $T_{\text{ср}}=208^{\circ}\text{C}$ ).  $T$  підвищувалася до вісі та становила в осьовій зоні (ОЗ)  $T_{\text{о}}=289^{\circ}\text{C}$  (відносна температура в ОЗ:  $T_{\text{во}}=1,39 T_{\text{ср}}$ ) при різниці температур газу над поверхнею шихти на периферії та у вісі печі  $\Delta T=T_{\text{о}}-T_{\text{п}}=152^{\circ}\text{C}$  (відносна різниця температур  $\Delta T_{\text{в}}=0,73 T_{\text{ср}}$ ).

Завантаження ДП циклом подач зі співвідношенням прямих подач і подач «коксом вперед» 4 : 1 привело до збільшення  $T_{\text{п}}=149^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{вп}}=0,71 T_{\text{ср}}$ ) і зменшення  $T_{\text{о}}=274^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{во}}=1,31 T_{\text{ср}}$ ) при  $\Delta T=125^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta T_{\text{в}}=0,60 T_{\text{ср}}$ ) і  $T_{\text{ср}}=210^{\circ}\text{C}$ . Перехід на завантаження ДП циклом подач зі співвідношенням прямих подач і подач «коксом вперед» 3 : 2 призвів до підвищення  $T_{\text{п}}=158^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{вп}}=0,76 T_{\text{ср}}$ ) і зниження  $T_{\text{о}}=255^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{во}}=1,22 T_{\text{ср}}$ ) при  $\Delta T=97^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta T_{\text{в}}=0,47 T_{\text{ср}}$ ) і  $T_{\text{ср}}=208^{\circ}\text{C}$ . Зміна співвідношення прямих подач і подач «коксом вперед» на 2 : 3 привела до збільшення  $T_{\text{п}}=162^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{вп}}=0,83 T_{\text{ср}}$ ) і зменшення  $T_{\text{о}}=231^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{во}}=1,19 T_{\text{ср}}$ ) при  $\Delta T=70^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta T_{\text{в}}=0,36 T_{\text{ср}}$ ) і  $T_{\text{ср}}=195^{\circ}\text{C}$ .

Приведення до рівних умов доменної плавки показало можливість економії до 2% коксу за рахунок перерозподілу шихти та газу радіусом колошника за рахунок підвищення ступеню використання відновного потенціалу газу, який коливався у межах 45,4-47,6% (по СО).

Доповідь присвячено дослідженню впливу систем завантаження шихти з різним співвідношенням прямих подач і подач «коксом вперед» на перерозподіл газового потоку радіусом колошника. Введення до циклу прямих подач і подач «коксом вперед» обтяженої прямої подачі та п'ятискіпової подачі зі скіпом коксу наприкінці сприяло створенню розвиненого осьового газового потоку з практично рівномірним рудним навантаженням периферійної та проміжної зон ( $T_{\text{вп}}=0,65 T_{\text{ср}}$ ,  $T_{\text{во}}=1,76 T_{\text{ср}}$ ,  $\Delta T_{\text{в}}=1,11 T_{\text{ср}}$ ) і забезпечило економію коксу більш 1%.

#### Список літератури

1. Тарасов В.П. Газодинамика доменного процесса / В.П. Тарасов. – М.: Металлургия, 1990. – 216 с.
2. Товаровский И.Г. Познание процессов и развитие технологии доменной плавки: Монография / И.Г. Товаровский. – Днепропетровск : Журфонд, 2015. – 912 с.
3. Bolshakov V.I. Control of Charging is the Most Important Factor of Blast furnace efficiency / V.I. Bolshakov // 60th Ironmaking conference, Baltimore, USA, March 2001. – A Publication of the Iron Steel society, 2001. – P. 185-195.



**ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕННО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ  
В ОСЕРЕДКУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ПРОКАТУВАННІ**

Розвиток технології обробки металів тиском та освоєння нового високопродуктивного обладнання, підвищення швидкості обробки матеріалів підвищення вимог до внутрішніх і зовнішніх властивостей виробів потребує постійного удосконалення та уточнення методів розрахунків при проектуванні технологічних процесів виготовлення прокату. Вирішення цих завдань можливо тільки на підставі детального та всебічного теоретичного аналізу напружено-деформованого стану металу в осередку деформації при прокатуванні. У зв'язку з цим, потрібно зосередити увагу на зусиллях, що виникають в осередку деформації, ступеню та швидкості деформації.

При великих пластичних деформаціях, які характерні обробці металів тиском, змінюється границя текучості металу, яка істотно впливає на розподіл навантажень у осередку деформації під час прокатування та позначається на якості та внутрішніх властивостях отриманого виробу. Кожен вид обробки металів тиском описується певною схемою напружень та деформацій, які використовуються в розрахунках енергосилових параметрів [1].

Виконано аналіз утворення напруженого стану металу, що зосереджений у осередку деформації при прокатуванні, де виявлено, що діючі навантаження на тіло, можна представити у вигляді тензора [2, 3]. Домінуючою є об'ємна схема з трьома головними стискаючими напруженнями. При цьому напруження в кожній площині розкладається на три: одна нормальне та два дотичних, які спрямовані паралельно осей координат. Таким чином маємо три нормальних та шість дотичних напружень, що характеризують опір деформації при прокатуванні. Такі напруження викликають деформацію, внаслідок чого утворюється деформований стан, що має об'ємну схему, яка характеризується однією деформацією скорочення і двома деформаціями подовження.

При прокатуванні тонких листів у циліндричних валках, замість об'ємного, утворюється плоский напружений стан, який реалізується у площині *Oyz*. Така схема має два нормальних напруження і два дотичних. Такі навантаження викликають деформацію металів та сплавів, яка відбувається з визначеною швидкістю, що залежить від умов прокатування. На величину напруження впливає швидкість деформації.

Встановлено, що напруження при гарячому прокатуванні сталі звичайної якості Ст 3 змінюється в межах від 55 МПа до 88 МПа в залежності від швидкості деформації за лінійною залежністю. Визначено, що швидкість деформації зменшується при збільшенні ступеню обтиснення, що пояснюється тим, що при збільшенні величини обтиснення потрібно зменшувати швидкість прокатування. З особливою інтенсивністю це зменшення відбувається при незначних ступенях деформації (до 10%).

Виявлено закономірності впливу швидкості деформації на зміну величини напружень і отримано залежність напруження металу в осередку деформації при прокатуванні товстих смуг циліндричними валками від швидкості деформації, яка доповнює енергосилові розрахунки при обробці металів тиском.

Доповідь присвячено обґрунтуванню закономірностей впливу швидкості деформації на зміну напружень при гарячому прокатуванні, що дозволяє підвищити точність розрахунків при визначенні зусиль та витрат енергії на прокатування.

*Список літератури*

1. Дослідження об'ємноструктурних і енергетичних перетворень в сталях при прокатуванні/В.А.Чубенко, А.А.Хіноцька, Кривий Ріг: Видавництво ФО-П Чернявський Д.О., 2018. – 171 с.
2. Процессы деформации металла на основе многовалковых калибров: Монография / И.К.Огинский, В.Н.Данченко, А.А.Самсоненко, В.В.Бояркин. – Днепропетровск: Пороги. 2011. – 355 с.
3. Васи́лев В.Д. Теорія поздовжньої прокатки/ В.Д. Васи́лев, А.А.Мінаєв - Донецьк: УНІТЕХ, 2009. 488 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ  
ОБТИСНЕННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ НА ПРОКАТУВАННЯ**

Розвиток прокатного виробництва пов'язаний з використанням нових прогресивних технологій, що забезпечують раціональне використання енергетичних ресурсів. Важливим аспектом ефективного енергозбереження у прокатному виробництві є забезпечення оптимальних режимів та показників деформації. Вихідні параметри прокатування та величини обтиснення суттєво впливають на осередок деформації при обробці тиском, його об'єм, час знаходження металу між валками, швидкість відносного переміщення металу, витрати енергії, що впливає на продуктивність та собівартість процесу.

Знання про процес прокатки необхідні для визначення сили та потужності обробки, удосконалення технології виробництва, для удосконалення роботи прокатних станів. При подачі штаби до валків, які обертаються, на площадках контакту, які утворилися, виникають сили тертя, які спочатку втягують штабу у валки, а далі забезпечують передачу енергії, що необхідна для здійснення процесу прокатки [1]. Визначено, що загальна робота пластичної деформації металевого зразка враховує роботу, що витрачена на створення потенційної енергії пружної деформації, роботу пластичної формозміни та утворення нової внутрішньої поверхні, роботу руйнування з утворенням двох нових зовнішніх поверхонь. З'ясовано, яким чином було перетворено підведено до деформованого тіла енергію в інші види

Удосконалено методику визначення об'єму і поверхні осередку деформації, за рахунок отримання нових залежностей, які впливають на процес прокатування [2]. Визначено закономірності, що впливають на збільшення продуктивності прокатування та зменшення собівартості процесу. Перевірка адекватності пропонуємих формул для визначення об'єму показала можливість похибки менше 1%, а відношення швидкостей металу на вході і виході осередку деформації менше 5%, що свідчить про достатню точність виявлених залежностей. Визначено час перебування металу в осередку деформації та швидкість утворення нової поверхні. Виявлено шляхи прискорення процесу, що дає збільшення продуктивності. Досліджено вплив геометричних параметрів процесу на умови прокатування. Визначено максимальні кути захоплення в залежності від умов прокатування та оброблюваного матеріалу. Досліджено швидкості фізико-механічних процесів в осередку деформації при обробці металів тиском. Співставлення часу перебування металу в осередку деформації обґрунтовує твердження, що процес обробки металів тиском є адіабатичним. Уявлення про характер розподілу швидкостей деформації та дані про реологічні особливості металів дозволили вперше пояснити, яким чином відбувається збільшення або зменшення міцності металу. Було складено баланс зовнішньої поверхні, об'єм і час перебування металу в осередку деформації, який містить прохідну та витратні статті на процес прокатування.

Вперше виявлено закономірності впливу об'єму осередку деформації та його параметрів на час перебування металу в осередку деформації. Розрахунок часу перебування металу в осередку деформації показав, що метал під час прокатування знаходиться в осередку деформації в межах від  $7 \cdot 10^{-5}$  до 0,2 с в залежності від режимів обробки. Для збільшення продуктивності процесу потрібно зменшувати час перебування металу в осередку деформації, що можливо при зменшенні початкової товщини смуги, або при збільшенні швидкості деформації.

Доповідь присвячено виявленню раціональних режимів обтиснення та закономірностей впливу початкових умов прокатування на час перебування металу між валками та швидкість деформації, що дозволяє зменшити час перебування металу в осередку деформації, витрати енергії на процес і збільшити продуктивність процесу.

*Список літератури*

1. Теорія поздовжньої прокатки/ **Василев В.Д., Мінаєв А.О.** Донецьк: УНІТЕХ, 2009. 488 с.
2. Набуття сталю реологічних властивостей в осередку деформації при прокатуванні: Монографія. /**Бережний М.М., Чубенко В.А., Хіноцька А.А.** Кривий Ріг: Діонат, 2014. 148 с.

Д.Ю. БАБОШКО, асистент, Г.В. ГУБІН, д-р тех. наук, професор,  
Криворізький національний університет

## ПРОМЕТАЛУРГІЙНИЙ СПОСІБ ПЕРЕРОБКИ ВИСОКОТИТАНОМАГНЕТИТОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ

В якості об'єкта дослідження використовувалися котуни із титаномagnetитового концентрату Кропивенського родовища наступного складу %: 44,0 FeO; 23,4 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 22,03 TiO<sub>2</sub>; 1,5 SiO<sub>2</sub>; 1,2 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,26 CaO; 3,42 MgO; 0,42 MnO; 0,516 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 1,0 S. Встановлено, що отримані сирі котуни мають задовільні властивості для подальшого їх відновлення: пористість – 30-35 %, міцність на стискання – 1,32 кг/котун (для сухих – 2,7 кг/котун), міцність на скидання – 4,2 рази. Розроблено та випробувано технологічну схему переробки титаномagnetитового концентрату для отримання товарних продуктів з максимальним вилученням у них заліза металічного і діоксиду титану, що включатиме основні виробничі цикли: 1 – окускування шихтових матеріалів і їх сушку; 2 – нагрів, відновлення та плавлення котунів у високотемпературному агрегаті; 3 – охолодження продукту; 4 – подрібнення і поділ отриманого промпродукту на магнітну та немагнітну фракцію. Процес двохступінчастого відновлення з визначеними параметрами доцільно здійснювати в печі прямого відновлення з обертовим кільцевим подом, оскільки кінцевим продуктом є не металізовані котуни, а гранульований чавун. Також піч має високу експлуатаційну надійність, вона економічна до 15 % в порівнянні з рудотермічною й екологічна до 30 %. Робоча зона печі, відповідно до результатів проведених досліджень розділяється на декілька технологічних ділянок. Висушені котуни, що мають температуру до 600 °С спеціальним живильником укладаються на під печі шаром висотою 40-55 мм (висота укладання може регулюватися). Далі покладений шар окускованного продукту надходить в I-у технологічну ділянку, в якій котуни нагріваються протягом декількох хвилин до температури 800 °С. У цій зоні розпочинається процес горіння вугілля. Підігрітий матеріал подається до II-ої технологічної ділянки відновлення, в якій окускований продукт нагрівається від 800 °С до 1300 °С і витримується 20 хвилин при кінцевій температурі ділянки нагріву. У цьому температурно-часовому діапазоні спостерігаються структурні зміни в межах зерен нерудних мінералів олівінів, піроксенів, сульфідів заліза, а в зернах титаномagnetиту поблизу їх поверхні утворюється дрібна вкрапленість Fe<sup>0</sup>. За межами рудних зерен починає формуватися залізна губка, яка виникла за рахунок міграції відновленого Fe<sup>0</sup> з кристалічної решітки залізовмісних мінералів і magnetитової частини дрібних титаномagnetитових зерен в міжзерновий простір. На місці рудного зерна залишається «ільменітова сітка», що утворилася в результаті відновлення magnetитової матриці частини титаномagnetиту. Новоутворена «ільменітова сітка» є основою для отримання майбутньої шлакової фази. Далі матеріал надходить в III-ю технологічну ділянку відновлення, в якій продукт нагрівається до температури 1470-1500 °С витримується 5 хв при кінцевій температурі нагріву. Підвищення температури відновлення сприяє виносу Fe<sup>0</sup> з ільменітової частини зерна та повного відновлення релікт-ільменіту. Утворене Fe<sup>0</sup> при витримці 5 хв мігрує з внутрішніх шарів окускованого продукту і приєднується до утворених на периферії областей металеві фази. В результаті чого утворюється сферична порожниста шкаралупа з шлакової фази до якої з однієї зі сторін примикає скоагульоване виділення Fe<sup>0</sup>.

Після чого утворений промпродукт піддавався охолодженню, подрібненню та поділу на сухому магнітному сепараторі на два товарних продукти, а саме: залізовмісну фракцію представлену гранулами чавуну (92–96,5 % Fe; 3,4–3,7 % C; 0,5 % V) і вихід якої склав 57 % та шлакова фракція представлена титановмісним шлаком (50–55 % TiO<sub>2</sub> і до 7,4 % FeO) з виходом 43 %.

### Список літератури

1. Зима С.Н. Особенности титаномagnetита Кропивенского месторождения на Волыне / С.Н. Зима, Д.Ю. Бабошко // Горный журнал Казахстана. – 2015. – № 10. – С. 8-11.
2. 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.

С.Г. САВЕЛЬЄВ, д-р тех. наук, доцент, М.М. КОНДРАТЕНКО, асистент,  
Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ АГЛОМЕРАТУ В ПРОЦЕСІ БАРАБАННОГО ВИПРОБУВАННЯ

Офлюсований залізорудний агломерат в теперішній час є основною сировиною доменних печей. Найважливішою характеристикою якості агломерату є його холодна міцність [1, 2]. При цьому вважається [3, с. 183, 184], що підвищення холодної міцності агломерату є значним резервом підвищення техніко-економічних показників роботи доменних печей.

Найбільш розповсюдженим методом визначення холодної міцності згрудкованої залізорудної сировини є випробування в обертовому барабані згідно з ДСТУ ISO 3271 2017 (ISO 3271:2015 IDS). Характер руху матеріалу в ньому залежить від ступені його заповнення, швидкості обертання і стану внутрішньої поверхні. Встановлено [4, с. 36], що при обробці залізорудної шихти в процесі виробництва згрудкованого продукту можливі чотири режими руху матеріалу: човниковий, перекату, водоспадний і циклічний. Послідовний перехід від одного режиму до іншого обумовлено збільшенням ступені заповнення барабана і підвищенням швидкості його обертання.

Було проведено аналіз характеру руху часточок матеріалу при визначенні його міцності в обертовому барабані за стандартною методикою. При цьому було враховано, що деяка частина досліджуваного матеріалу захоплюється двома полицками (кутиками, привареними на однаковій відстані один від одного вздовж осі барабана), а інша – притискається до гладкої внутрішньої поверхні барабана між полицками. За розрахунками [5-6] значення критичної частоти обертання барабана, при якій часточки, розташовані на внутрішній поверхні барабана і не захоплені полицками почали б центрифугувати разом із цією поверхнею, складає близько  $42 \div 43$  об./хв.

Тобто доля дійсної частоти  $n = 25$  об./хв. складає  $\psi \approx 0,58$  від критичної частоти. Значення ж критичної частоти для часточок, захоплених полицками складає близько  $14$  об./хв. і доля дійсної частоти складає  $\psi \approx 1,77 \div 1,73$  від критичної частоти. Кут відриву часточок від поверхні барабану і перехід з кругової на параболічну траєкторію падання у першому випадку  $\approx 70^\circ$  від вертикалі.

У другому випадку його неможливо розрахувати, т. я.  $\cos \alpha = 1,75$ . З чого можна зробити висновки: характер руху окремих частин проби не однаковий. Частинки проби, що утримуються полицками, в залежності від великості, будуть або центрифугувати, або падати вертикально донизу, пройшовши верхню точку кола барабана. Частинки проби, що не утримуються полицками, рухаються в режимі перекату або каскадному. Характер руху часточок агломерату при його випробуванні в обертовому барабані за стандартною методикою обумовлений порівняно низьким ступенем заповнення барабана –  $1,9 \div 2,2$  %, неоднорідним і змінним в процесі випробування гранулометричним складом матеріалу, наявністю на внутрішній поверхні барабану двох симетрично розташованих полицок, висота яких більше максимального розміру шматка агломерату.

### Список літератури

1. Губин Г.В. Оценка показателей качества железорудного сырья и их влияния на работу доменной печи / Г.В. Губин, С.Г. Савельев, В.О. Равинская // Качество минерального сырья. Сб. научн. трудов. Т. 1. Кривий Рог: ФЛП Чернявский Д.А., 2017. – С. 83-91.
2. Паталах А.А. Металлургические свойства сырья. Современные методы испытаний / А.А. Паталах // Новое в технологи и технике переработки минерального сырья. Сб. научн. Трудов. Кривой Рог: ОАО «Механобрчермет», 2008. – С. 174-184.
3. Металлургия чугуна. / Е.Ф. Вегман, Б.Н. Жеребин, А.Н. Похвиснев и др. // М: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 774 с.
4. Бережной Н.Н. Производство железорудных окатышей / Н.Н. Бережной, В.В. Булычев, А.И. Костин // М.: Недра, 1977. – 240 с.
5. Коротич В.И. Агломерация рудных материалов / В.И. Коротич, Ю.А. Фролов, Г.Н. Бездежский // Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2003. – 400 с.
6. Петров В.А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / В.А. Петров, Е.Е. Андреев, Л.Ф. Биленко // М: Недра, 1990. – 301 с.

В.С. ГРІН, д-р тех. наук, професор, І.В. ГРІН, ст.викладач,  
Криворізький національний університет

### **ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА НЕДОЛІКИ СУЧАСНИХ ТРИБОТЕХНІЧНИХ СКЛАДОВИХ МОТОРНИХ МАСТИЛ**

Триботехнічні склади олив - найбільш неоднозначна група сучасної автохімії. Вони переслідують багато цілей – збільшення потужності, здатність відновлювати незначні ушкодження деталей двигуна, зменшення тертя і витрати палива, зростання ресурсу і зниження токсичності. Позитивні моменти таких присадок активно рекламуються виробниками. Спробуємо зупинитися на їх негативних моментах. Існують наступні цікаві факти застосування присадок [1]. Присадки на основі мінеральних порошків шкодять у вигляді засмічення масляних каналів (не дарма їх перед застосуванням рекомендують збовтати), черговий раз підтверджуючи, що в складі присадок є дрібні тверді частинки. Використання таких присадок призводить до зниження тиску оливи при проходженні через масляний фільтр внаслідок засмічення перепускних каналів. Ще один момент який має підставу, це те, що поверхня циліндрів має технологічну обробку, звану хонингованням, у вигляді дуже дрібних рисок для того, щоб мастило залишалось на стінках циліндрів. При застосуванні присадок на основі металлоплакуючих складів виникає зворотній ефект, коли плівка металлоплакуючого шару зникає та починається процес більш інтенсивного зносу.

Окремо варто виділити молібденові моторні мастила. Мова йде про тверді добавки до змащувального матеріалу, що вводиться в моторне мастило і утворює на металевих поверхнях шари, що зменшують тертя. Дослідження показали [2], що такого роду добавки в мастила ефективні, перш за все, в таких промислових агрегатах, як лебідка і редуктори із циліндричними зубами. Для високооборотних бензинових двигунів в більшості випадків результати негативні. Моторне масло з дисульфідом молібдену – це фізична суміш, а не хімічний розчин. Розміри твердих частинок дисульфиду молібдену досить великі. При роботі в двигуні ці частинки потрапляють не тільки в бажані зони тертя, але і туди, де такі добавки не бажані, наприклад - в зону поршневих кілець. У парі тертя "циліндр-компресійне кільце" відсутні навантаження, що перевищують поріг зварювання, а швидкості знаходяться на рівні, при якому антифрикційні властивості дисульфиду молібдену програють адсорбційному (граничному) шару мінерального мастила без сторонніх суспензій. Мастильні матеріали, що містять дисульфід молібдену, при високих температурах не рідко ведуть до закоксовування або відкладення твердих продуктів згоряння в зоні поршневих кілець, що негативно впливає на роботу циліндро-поршневої групи.

Внаслідок цього відбувається прорив газів в мастило через зону поршневих кілець, що в значній мірі веде до високих термічних навантажень і, отже, до посиленого утворення небажаних відкладень. Цей факт пояснює, чому моторні мастила, що містять дисульфід молібдену, не рекомендуються до застосування великими автомобільними фірмами. А зменшення тертя в даний час можливо досягти за допомогою спеціальних синтетичних базових компонентів, а зовсім не за допомогою молібдену. Йдеться про Естер - продукт, який по своїй мастильній здатності можливо порівняти з касторовою олією. Остання до сих пір частково застосовується в гоночних автомобілях. Естери мають високу адгезійну здатність і утворюють дуже стабільну мастильну плівку.

Перевагою синтетичних масел є їх надзвичайно висока термічна стабільність. В кожній автомобільній оливі присутній свій пакет присадок, ті чи інші речовини, просто не в таких кількостях. Кожен виробник моторного мастила тримає в секреті свій пакет присадок, тому не відомо, як певна присадка буде взаємодіяти з вже готовим мастилом. Чому і не рекомендується змішувати мастила однакових за складом, але різних виробників. А якщо і додавати в двигун додаткові триботехнічні склади (в екстрених випадках), то при першій можливості робити повну заміну мастила.

#### *Список літератури*

1. Денис Ахметов, [www.technosector.ru](http://www.technosector.ru)
2. Дмитрий Скирта, <http://dodge-club.org.u>

## ВПЛИВ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОКАРІВ НА ЕКОЛОГІЮ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РИНОК СВІТУ

Незважаючи на мізерну частку електрокарів в світовому автопарку, 2016-2018рр. можна назвати роками прориву електричних автомобілів. Слідом за американською Tesla, яка починала з виробництва спортивних електромобілів, а зараз перетворилася на велику енергетичну корпорацію, електрифікацію транспортних засобів стали інвестувати великі автовиробники. Тільки німецький концерн Daimler планує витратити € 10 млрд на створення 10 моделей електричних автомобілів до 2025 року. Ще один німецький бренд, компанія Volkswagen ставить перед собою фактично нереальну мету: 30 нових електромобілів до цього ж терміну при рівні продажів - мільйон електромобілів на рік. Масовий випуск електрокарів до 2020 року планує налагодити японська Toyota. Екологічно чистий транспорт підтримують уряди таких країн, як США, Китай, Німеччина, Норвегія, Нідерланди та інші. Найбільш активно в поширення транспорту з нульовими викидами інвестує саме Німеччина. Навесні 2016 року уряд цієї країни оголосив про остаточне затвердження плану і бюджету програми розвитку електричного транспорту, яка обійдеться країні в € 900 млн. Програма включає ряд заходів з підтримки громадян, які вирішили пересісти на екологічно чистий автомобіль. Німеччина поставила собі за мету випустити на дороги 1 млн електромобілів до 2020 року, а також запропонувала Євросоюзу з 2030 року ввести заборону на продаж нових автомобілів з бензиновими і дизельними двигунами. Значних успіхів в електрифікації транспорту вдалося досягти Норвегії, яка планує заборонити продаж нових автомобілів з ДВС ще раніше - до 2025 року.

Якщо електротранспорт стане основним засобом пересування, обсяг CO<sub>2</sub> в атмосфері може значно скоротитися. За даними європейської асоціації Eurelectric, електромобіль виробляє 66 г CO<sub>2</sub> на 1 км пробігу, тоді як традиційний автомобіль на бензині - 124 г. Це первинний екологічний ефект заміни традиційних видів палива електрикою. Вторинного ефекту можна досягти завдяки розвитку не вуглецевої енергетики, в тому числі відновлюваної енергетики, тоді і викидів від транспорту стане менше, а емісія парникових газів при виробництві електроенергії значно скоротиться. Ще однією перевагою стане зниження шумового впливу.

З метою уникнення непорозуміння в статистичних даних щодо електрокарів, необхідно визначитися з їх класифікацією. Автомобілі з електричним приводом поділяються на:

- HEV (hybrid electric vehicle) традиційні гібриди, які не можуть підключатися до електромережі і використовують електротягу як додаткову до основної від традиційного двигуна внутрішнього згоряння.

- PHEV (plug-in hybrid electric vehicle) - ці автомобілі також мають два варіанти приводу (традиційний і електричний), але можуть заряджатися від зарядних пристроїв і в них двигун внутрішнього згоряння вже грає додаткову роль, наприклад для руху в разі розрядки батарей.

- BEV (battery electric vehicle) - автомобіль виключно на батареях, найвідоміший зараз з яких Tesla. Однак, клас цих автомобілів дещо ширше, тому що в BEV також включаються автомобілі на екзотичних батареях, типу водневих осередків.

- PEV (plug-in electric vehicle) -автомобіль, який може заряджатися від зовнішніх зарядних пристроїв,- об'єднавчий назву для PHEV і BEV. Важливо зазначити, що BEV на водневих батареях не відносяться до PEV, тому що не заряджаються від мережі, але їх мало, так що на загальну статистику вони поки суттєво не впливають.

Є багато інших категорій і скорочень, які відображають різні технічні тонкощі роботи агрегатів, зарядки батарей, але наведені вище слід вважати основними. Навряд чи до 2025 року кількість PEV на світовому ринку складе 30%, однак якщо цей показник досягне хоча б 10 або 15% це призведе до істотного для ринку нафти зниження споживання, і переділу енергетичного ринку світу.

## ПОЛІПШЕННЯ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ ВЕЛИКОВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ГЛИБОКИХ КАР'ЄРАХ

Основними факторами, що визначають напрямки розвитку кар'єрного транспорту, є гірничо-геологічні та гірничо-технічні умови розробки, що систематично погіршуються. Розвиток відкритого способу розробки супроводжується зростанням концентрації виробництва, збільшенням глибини і просторових розмірів кар'єрів, відстані і складності транспортування гірничої маси. Визначальним при цьому є показник глибини кар'єрів. Основний обсяг видобутку і виїмки гірської маси в залізорудній галузі в найближчі десятиріччя буде здійснюватися шляхом освоєння глибоких горизонтів. Збільшення глибини ведення гірничих робіт вимагає вирішення цілої низки технологічних задач, в тому числі дуже важливої - забезпечити ефективну роботу транспортної системи кар'єра. За останні роки значно збільшилася одинична потужність видобувної техніки, що в першу чергу стосується екскаваторно-автомобільних комплексів.

Одним із основних напрямків розвитку кар'єрного автотранспорту і надалі слід вважати зростання вантажопідйомності, стримуване тільки потужністю двигуна і несучою здатністю застосовуваних шин. Зовсім недавно вважалося, що основним чинником, що обмежує застосування сучасних автосамоскидів з дизель-електричним приводом в глибоких кар'єрах, є перегрів тягових генераторів і електродвигунів мотор-колів. Завдяки значному прогресу в удосконаленні тягового приводу кар'єрних самоскидів в останні роки ця проблема повністю вирішена. Автосамоскиди провідних брендів, а саме Caterpillar та БелАЗ останніх моделей можуть успішно працювати при висоті підйому гірничої маси 400 м і більше [1, 2, 3]. В теперешній час автомобільний транспорт при вантажопідйомності більше 200т може забезпечити практично будь-яку продуктивність кар'єра по гірничій масі - до 200 млн т на рік і більше.

Основним обмеженням застосування автомобільного транспорту на глибоких кар'єрах залишається висока собівартість перевезення гірської маси, так як показники роботи автомобільного транспорту постійно погіршуються, тому що потужні автосамоскиди працюють на маятникових маршрутах з порожнім зворотнім пробігом, а відстань доставки вантажів зі збільшенням глибини кар'єрів зростає.

Одним із шляхів подальшого розвитку, підвищення продуктивності та ефективності кар'єрного автомобільного транспорту є розробка і створення спеціалізованого рухомого складу, що задовольняє умовам експлуатації в глибоких кар'єрах, зокрема, виконуючого спеціалізовані функції збірного транспорту [4]. Але водночас створення таких моделей на сучасному етапі розвитку відкритих гірських робіт значно знизить область їх застосування. Звісно, рішення про створення спеціалізованих моделей, тим більше про їх серійне виробництво повинне бути зваженим і всебічно обгрунтованим.

Іншим шляхом вирішення цієї проблеми є використання великовантажного автотранспорту в кар'єрі у якості збірного при застосуванні комбінованих транспортних схем. Дослідженнями встановлено, що великий прогрес в цьому питанні може бути досягнутий не тільки за рахунок використання циклічно-поточної технології, яка потребує значних капітальних вкладень, а і завдяки використанню комбінації автотранспорту в нижній частині кар'єру з залізничним транспортом в верхній його частині.

### Список літератури

1. Caterpillar Inc. "[Release Number: 231PR09 - Caterpillar Moves Forward with New Large Mining Trucks](#)" — 2009. — July
2. [https://www.cat.com/en\\_US/products.html](https://www.cat.com/en_US/products.html)
3. Мариев П. Л., Кулешов А. А., Егоров А. Н., Зырянов И. В. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы// Мариев П. Л., Кулешов А. А., Егоров А. Н., Зырянов И. В. – СПб: Наука, 2014. – 429 с.
4. Мальгин О. Н., Сытенков В. Н., Шеметов П. А. Циклично-поточная технология в глубоких карьерах/ Мальгин О. Н., Сытенков В. Н., Шеметов П. А// – Ташкент: ФАН, 2004. – 337.

## **НЕСТАБІЛЬНІСТЬ ЦІНОВОЇ ПОЛІТИКИ КОРИСТУВАННЯ ЗАРЯДНИМИ ТОЧКАМИ ЕЛЕКТРОКАРІВ – ПРОБЛЕМА НА ШЛЯХУ ЇХ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ**

Ринок електромобілів у світі набирає стрімких обертів. У 2016 р. кількість придбаних у світі електрокарів становила 1 млн, продажі зросли, у порівнянні з 2015 р. на 53 %. У 2018 р. інвестиції в розвиток електромобілів становили понад 2 млрд дол., що вдвічі більше, ніж у 2015 р. Китай, Швеція, Франція, США, Німеччина, Норвегія, Нідерланди зацікавлені в екологічно чистому виді транспорту і стимулюють їх розвиток у своїх країнах.

Великі виробники автомобілів та технологічні компанії, спираючись на державну підтримку, планують розширювати та вдосконалювати свою продукцію. Навіть без послаблень і стимулювання електромобільна галузь стрімко комерціалізується. Наприклад, компанія Nissan задала тренд на розвиток електротаксі.

Зараз по європейських дорогами їздить більше 550 екологічно безпечних машин автомобільного гіганта. Тільки в 2015 році Nissan продала таксомоторним компаніям в Європі понад 100 електромобілів, що робить її лідером ринку електричних таксі.

Не залишилася осторонь і Україна, де в Києві і Харкові діють відповідно підприємства «Оксі-Таксі» та «Есotaxi». В Одесі запустили перший в Україні сервіс каршерінга електромобілів MobileCar з похвилинною оплатою, який позиціонується як оптимальне рішення для короткочасної оренди особистого транспорту для поїздок по місту. До використання сервісу MobileCar допускаються водії віком від 25 років і з водійським стажем від 3х років. Для реєстрації достатньо завантажити додаток MobileCar в Google Play (Android OS) або AppStore (iOS) і підтвердити свої паспортні дані. У встановленому додатку відображаються найближчі вільні електромобілі (на даний момент це кілька Nissan Leaf), які можна віддалено забронювати. Як тільки клієнт добереться до машини, він зможе відкрити двері за допомогою фірмового додатка, а також оцінити зовнішній вигляд, внутрішній стан і перевірити комплект документів.

Завершити оренду можна в будь-якому дозволеному ПДР місці, попередньо переконавшись, що двері електромобіля закриті, запалення вимкнене, а коробка передач - в положенні «Р». Закрити авто також можна через мобільний додаток. Вартість поїздки становить 2,5 грн / хв, час «очікування» - 1,5 грн / хв. Сервіс самостійно заряджає електромобілі, мие і обслуговує їх.

Таким чином, перспективи в найближчому майбутньому електрокарів стають ширшими й реальнішими. Зараз на підтримку зростання кількості електромобілів в Україні діє закон №1674, згідно з яким встановлено нульову ставку ввізного мита на автомобілі, оснащені електродвигуном.

Водночас на сьогодні при купівлі електромобіля необхідно сплатити оціночну вартість авто, ПДВ в розмірі 20% і разовий платіж 109 євро з одиниці авто.

В теперешній час в Україні існує вже немала кількість зарядних точок, де можна підзарядитися змінним струмом та суперчарджері із постійним струмом. Проблема в тому, що немає єдиних правил користування цією інфраструктурою. Кожен, хто встановлює зарядну станцію або точку підзарядки електромобіля, сам визначає умови її використання. Це викликає великий дискомфорт у користувачів електромобілів, а головне негативно впливає на потенційних користувачів цього виду транспорту.

Однак навіть попри певну недосконалість, темпи розвитку електромобілів в Україні високі. За даними дослідження InsideEVs.com, Україна потрапила до п'ятірки лідерів "швидкого зростання частки електрокарів", випередивши США, Нідерланди та Японію.

Швидше, ніж в Україні, електротранспорт розвивається лише в Ісландії, Швеції, Норвегії та Китаї.

Як бачимо, у електромобілів є перспективи розвитку на вітчизняному ринку. Найголовнішою проблемою на найближчий час може стати швидкість прийняття відповідних законодавчих новацій, які б забезпечили довгострокову стабільність цінової політики користування зарядними точками електрокарів.



В.І. ПАХОМОВ, канд. тех. наук, доцент, І.В. ГІРІН, М.Г. ПРИСТИНСЬКИЙ, ст. викладачі,  
Криворізький національний університет

### ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЕКСКАВАТОРНО-АВТОМОБІЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ НА КАР'ЄРАХ КРИВБАСУ

Оптимізаційна задача зводиться до визначення оптимальної кількості автосамоскидів, що забезпечують найвищу продуктивність забійного екскаватора при різній відстані перевезення гірничої маси. Дослідження взаємозв'язку коефіцієнтів використання часу екскаватора і автосамоскидів проводилися на кар'єрах ПРАТ «ПІВНГЗК» з використанням аналітичної залежності (1):

$$K_{уз} = \frac{K_{об}}{1 + K_{об}} \cdot n \cdot K_{иа}, \quad (1)$$

де  $K_{об} = t_{зан} / t_{омс}$  - коефіцієнт оборотності автосамоскиду;  $n$  - кількість закріплених автосамоскидів за одним екскаватором;  $K_{иа}$  - коефіцієнт використання часу автосамоскидів;  $t_{зан}$  - час зайнятості екскаватора на навантаженні одного автосамоскида, визначається підсумовуванням тривалості маневрів автосамоскиду і тривалості навантаження (для автосамоскида БелАЗ-75131 тривалість маневрів дорівнює 1,1 хвилини, а тривалість навантаження екскаватора ЕКГ-8И дорівнює 4,95 хвилини);  $t_{омс}$  - тривалість відсутності автосамоскида. Як очевидно, коефіцієнт оборотності автосамоскиду залежить від відстані перевезення гірничої маси і середньотехнічної швидкості автосамоскида БелАЗ-75131, яка для Аннівського кар'єра «ПІВНГЗК» дорівнює 15,9 км / год. Встановлено такі значення: при відстані перевезення 1 км -  $K_{об} = 0,53$ ; при 1,4 км -  $K_{об} = 0,45$ ; при 1,9 км -  $K_{об} = 0,33$ ; при 2,5 км -  $K_{об} = 0,27$ ; при 3,65 км -  $K_{об} = 0,19$ ; при 4,5 км -  $K_{об} = 0,15$ . З використанням отриманих значень в подальших дослідженнях були отримані залежності коефіцієнта використання часу екскаватора і автосамоскидів від кількості закріплених за одним екскаватором автосамоскидів. Для кар'єрного екскаватора повинна виконуватися умова  $K_{уз} > K_{иа}$ , яка забезпечує максимальну його продуктивність. При цьому оптимальну величину  $K_{уз}$  і кількість необхідних автосамоскидів при заданій відстані перевезень доцільно визначити по наведених витратах однієї машино-зміни екскаваторно-автомобільного комплексу на одну тонну переробленої гірської маси (2):

$$z_{np} = \frac{C_{ac} + C_{эс} + E \cdot K}{W_{эс} \cdot K_{уз}} \quad (2)$$

де  $C_{ac}$  - вартість машинозміни автосамоскида, грн;  $C_{эс}$  - вартість машинозміни екскаватора, грн;  $E = 0,15$  - нормативний коефіцієнт;  $K$  - капітальні витрати, віднесені на одну машинозміну, визначаються за формулою (3):

$$K = \frac{C_{б} \cdot n}{M_{см}}, \quad (3)$$

де  $C_{б}$  - балансова вартість автосамоскида, грн;  $n$  - кількість автосамоскидів, закріплених за екскаватором;  $M_{см}$  - кількість змін роботи автосамоскидів за календарний період.

Нормативна змінна продуктивність екскаватора ЕКГ-8 ( $W_{эс}$ ) на руді дорівнює 2273 м<sup>3</sup> (7501 т)

Вартість машино-зміни автосамоскида визначається за формулою (4):

$$C_{ac} = W_{ac} \cdot l \cdot C_{ткм} \cdot K_{иа}, \quad (4)$$

де  $W_{ac}$  - змінна продуктивність автосамоскида, т;  $l$  - відстань перевезення гірничої маси, км;  $C_{ткм}$  - собівартість 1 ткм, грн.

В результаті виконаних досліджень встановлено, що при оптимальній кількості закріплених автосамоскидів величина  $K_{уз}$  становить 0,81-0,84. При цьому забезпечується максимальна продуктивність забійного екскаватора.

О.А. ГУЛІВЕЦЬ, канд. тех. наук, доцент, С.Ю. ОЛІЙНИК, асистент,  
Криворізький національний університет

## ОСОБЛИВОСТІ БЕЗКООРДИНАТНОГО МЕТОДУ ДИФЕРЕНЦІЮВАННЯ ВЕКТОРНИХ ФУНКЦІЙ СКАЛЯРНОГО АРГУМЕНТА

При підготовці інженерних кадрів особливе місце займає теоретична механіка, яка є фундаментом всієї системи природничих наук. При вивченні цієї дисципліни проводяться доведення її певних теоретичних положень, які мають бути переконливими та не вимагати багато часу.

В теоретичній механіці широко застосовуються методи векторної алгебри та векторного аналізу, дякуючи компактності та фізичній наочності векторних формул.

В сучасних умовах роботи вищої школи, коли стрімко зменшується кількість часу на аудиторне навчання, постає необхідність при вивченні теоретичної механіки, де широко використовуються методи векторного числення, застосовувати такі методи проведення математичних операцій над векторними величинами, які б переконливо та з малими затратами часу дозволяли виконувати доведення тих чи інших теоретичних положень. Отже, розробка нових методів проведення певних математичних операцій над векторними величинами, які б відповідали цим вимогам, є актуальною для вищої школи.

Як відомо, існують два види методів проведення математичних операцій над векторними величинами: безкоординатний (або векторний), коли операції проводяться безпосередньо над векторами, та координатний, при якому операції проводяться над скалярними величинами, які аналітично виражають вектор в певній системі координат. Безкоординатний є більш компактним і його доцільно застосовувати при проведенні теоретичних досліджень.

Метою даної роботи є розробка безкоординатного методу диференціювання векторних функцій скалярного аргумента, який відповідає сформульованим вище вимогам.

На основі аналізу годографа векторної функції скалярного аргумента, яка одночасно змінюється за напрямком та модулем в роботі встановлено, що вектор приросту такої функції при змінюванні скалярного аргумента складається з приросту, який є наслідком зміни вектора функції за напрямком, та приросту, який є наслідком зміни модуля вектора функції.

Звідси в роботі одержано, що вектор похідної функції скалярного аргумента складається з двох складових: вектора похідної, що характеризує швидкість змінювання напрямку вектора функції та вектора похідної за модулем.

В роботі також розглянуто випадок диференціювання безкоординатним методом векторної функції скалярного аргумента, яка характеризує механічне явище, що відбувається в деякій системі відліку, яка здійснює рух відносно інших систем, одна з яких прийнята за нерухому. Встановлено, що абсолютна похідна векторної функції скалярного аргумента в цьому випадку залежить від кутових швидкостей обертання рухомих систем відліку та встановлена залежність, що характеризує цей зв'язок.

### Список літератури

1. Курс теоретической механики, т. 1 (кинематика, статика, динамика точки). **Кильчевский Н.А.** Изд. 2-е. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М.: 1977 г., 480 с.
2. **Павловский М.А.** и др. Теоретическая механика. Статика. Кинематика / **М.А. Павловский, Л.Ю. Акнифиева, О.Ф. Бойчук**; под ред. **М.А. Павловского**. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 351 с.
3. **Бутенин Н.В.** Курс теоретической механики. В двух томах / **Н.В. Бутенин, Я.Л. Луцц, Д.Р. Меркин**. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 736 с.
4. **Павловский М.А.** Теоретическая механика / **М.А. Павловский**, - Киев: Техника, 2002. – 510 с.
5. **Тарг С.М.** Краткий курс теоретической механики. Учебник. 9-е изд. стер. / **С.М. Тарг**. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 768 с.
6. **Бондаренко А.А.** Теоретична механіка. Підручник. У 2 ч. – Ч. 1. Статика. Кінематика / **А.А. Бондаренко, О.О. Дубінін, О.М. Переяславцев**. – К.: Знання, 2004. – 599 с.
7. **Дронг В.И.** Курс теоретической механики. Учебник для вузов / **В.И. Дронг, В.В. Дубинин, М.М. Ильин** и др. Под общей ред. **К.С. Колесникова**. 3-е изд. стереотип. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 736 с.
8. **Гулівець О.А., Олійник С.Ю., Маркевич Г.А.** Векторні функції скалярного аргументу при дослідженнях кінематики точки та твердого тіла. // Вісник Черкаського університету. Серія фізико-математичні науки, 2017, № 1. – с. 138-146.

## РОЛЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ОСВІТИ У ПІДВИЩЕННІ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

Сьогодні перед вищою школою стоїть завдання побудови системи освіти таким чином, щоб не тільки підготувати з молодої людини фахівця, але й закласти в нього розуміння необхідності навчатись, самовдосконалюватись протягом всього життя. Адже освіта формує особистість у всій її багатості. Сьогодні перед вищою школою стоїть завдання побудови системи освіти таким чином, щоб не вимірності, а не просто дає знання і професію [1].

Раніше класичні університети давали тільки гуманітарну і природничу підготовку. Поверхневі знання інженерних наук, виробництва завжди були слабкою стороною університетської освіти. Ряд бувших політехнічних і технологічних вузів стали класичними університетами, розширили діапазон підготовки спеціалістів, відкриваючи низку гуманітарних економічних та екологічних спеціальностей. В нових умовах ми повинні вчити студентів вирішувати прикладні задачі, базуючись на знаннях з фундаментальних дисциплін. А так як політехнічні і технологічні вузи разом із класичними університетами отримали статус національних, то кожен з цих трьох категорій вузів повинен прикласти зусиль, щоб вирівняти підготовку кадрів, тобто одним розширити кваліфікаційну підготовку, іншим приблизити навчання до практики, до виробництва.

Постає резонне питання, як же за умов, що склались з освітою в нашій державі не тільки не втратити, але й нарощувати рівень підготовки фахівців. Без сумніву, однією з важливих складових у вирішенні цього питання є рівень фундаментальної підготовки студентів. Питання терміну “фундаментальні науки” впродовж тривалого часу дебатувалось, так як дехто відносить до фундаментальних тільки теоретичні науки, що приводить до протиставлення їх прикладним наукам.

Фундаментальними, безумовно, являються ті науки, які служать опорою та основою для всієї решти курсів і без міцного засвоєння яких структура вищої освіти виявляється нетривкою.

Наука є фундаментальною, якщо вона постійно націлена на такі відкриття, які призводять до поповнення або зміни знань про природу, до правильного розуміння оточуючого нас світу і нас самих. Характерними прикладами таких досліджень в історії науки були теоретичні роботи Дж. К. Максвелла по формулюванню законів електромагнетизму, формулювання А. Ейнштейном спеціальної і загальної теорії відносності.

Становлення нових досліджень фундаментального порядку знаменує наукові революції і впливає на розвиток світогляду. На базі фундаментальних наук відбувається інтенсивний розвиток прикладних наук, розвиток яких безпосередньо замикається на розробці нової техніки і нових технологій. Технічна освіта ставить за мету оволодіння системою знань про наукові основи сучасного виробництва. Таким чином, сама назва «Технічний університет» засвідчує на спорідненість освіти і виробництва. Зменшувати співвідношення фундаментальних та загальних дисциплін недопустимо тому, що сукупність знань, одержаних студентами при вивченні фундаментальних дисциплін складає фундамент, на якій будується споруда вищої технічної.

Критерієм ефективності фундаментальних наук є не тільки успіх в досягненні об'єктивних знань про предметний світ, а й реальна чи потенціальна можливість практичного застосування цих знань. Критерієм ефективності прикладних наук є як міра задоволення соціального замовлення, так і здатність пояснювати природні процеси та явища.

Мета доповіді – привернути увагу до важливості фундаментальних дисциплін з метою збереження їх, як основу вищої технічної освіти.

### *Список літератури*

1. Грищенко І.М., Григоренко О.М., Борисейко В.О. Основи наукових досліджень: Навч. посіб. — К.: Київ. нац. торг.- екон. ун-т, 2001. — 186 с.
2. Романчиков В.І. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник. — К.: Центр учбової літератури, 2007. — 254.

Ю.С. РУДЬ, д-р тех. наук, профессор, В.Г. КУЧЕР, канд. тех. наук,  
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

## **АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ КОЛОСНИКОВ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН**

Конструктивные параметры колосников тележек агломерационной машины обычно выбираются из условия обеспечения рациональных технологических требований к процессу спекания шихты. При этом особенности механических характеристик материалов, из которых изготовлены сборочные единицы тележек, а также колосников учтены недостаточно. Особенно важны механические характеристики материала колосников, которые ограничивают общую долговечность тележек агломерационной машины. Колосники работают в окислительной, химически активной среде в широком диапазоне рабочих температур. На рабочей ветви агломерационной машины температура колосников достигает 1400-1450 °С, а на холостой ветви - снижается до сезонных летне-зимних температур. Воздействие негативных факторов эксплуатации на колосники приводит к их химической коррозии, деформации рабочего тела колосников, потери их работоспособности. Колосники с одинаковыми механическими характеристиками, но разной толщиной рабочей части, выходят из строя в разное время. Колосники с меньшей толщиной рабочей части теряют работоспособность быстрее, их долговечности ниже. Различные сроки службы колосников с разной толщиной рабочей части приводят к растяжению срока ремонта по замене колосников. Авторы считают, что низкая надежность и малая долговечность колосников обусловлена условиями работы колосника и его конструктивными особенностями. За счет теплообмена колосников со слоем раскаленных окатышей и газом-теплоносителем осуществляется их нагрев. При этом наиболее интенсивному воздействию температурных нагрузок подвергается рабочая поверхность колосника, а решающую роль в обеспечении стойкости колосников приобретает проблема обеспечения оптимального теплоотвода, обеспечивающего равномерное распределение температуры в теле колосника.

При эксплуатации тележек агломерационной машины колосники подвергаются интенсивным воздействиям переменных (часто циклических) температурных полей и механических нагрузок. Число циклов за срок службы машин может быть невелико (до 5 - 10), и тогда долговечность лимитируется условиями малоциклового разрушения [1]. Обеспечение прочности и долговечности колосников агломерационных машин - сложная научно-техническая проблема, актуальность которой возрастает в связи с непрерывным повышением требований к технико-экономическим показателям и надежности машин. Цикличность действия высоких и низких температур является основной причиной выхода из строя колосников. С таким утверждением согласен автор работы [2].

Высокая температура, возникающая при спекании шихты, химически активная окислительная среда, в которой находятся колосники, негативно влияют на долговечность работы колосников. Эти факторы приводят к химической коррозии поверхностных слоев колосников, деформации рабочего тела колосников, в результате чего колосники теряют свою первоначальную форму, что приводит к искажению их конструктивных размеров.

Таким образом, возникает актуальная задача разработки объективного критерия для выбора и обоснования конструктивных размеров колосников тележек агломерационных машин. Анализ литературных источников и практики эксплуатации агломерационных машин дает основание в качестве такого критерия принять показатель малоциклового и термической прочности.

### *Список литературы*

1. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин: Справочник [Текст] / Биргер И. А., Шорр Б. Ф., Иосилевич Г. Б. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1993. — 640 с.
2. Nilsson E. A. A., Tegman R. Thermal cycling of grate-link material for iron ore pelletizing process [Текст] / E. A. Nilsson, R. Tegman // Journal Article published 26 Jul 2016 in Iron making & Steelmaking volume 44 issue 4 on pages 269 to 280 // Research funded by Hallmark Lundbom Research Centre.

## **ПРОБЛЕМА ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ КОЛОСНИКОВ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН**

Агломерация концентратов железных руд осуществляется на специальных устройствах - агломерационных машинах шириной 2 - 4 м и длиной 25 - 80 м. Агломерационные машины состоят из плотно сдвинутых тележек с бортами - паллет, перемещающихся по рельсам на роликах. Тележка агломерационной конвейерной машины представляет собой смонтированную на четырех роликовых опорах раму, ограниченную с двух сторон бортами. Днище рамы имеет поперечные балки с полками, которые служат для набора и поддержания колосников. Каждый колосник состоит из рабочей части и двух головок с зевами для установки их между поперечными балками тележки. Установленные между поперечными балками колосники за счет прямолинейных приливов на их головках создают между рабочими частями смежных колосников щели - технологические зазоры. От размера технологических зазоров зависит величина живого сечения колосниковой решетки и соответственно - производительность агломерационной машины. На большинстве действующих агломерационных фабрик применяются колосники толщиной 40 мм и весом 4-5 кг при толщине прямолинейных приливов 3 мм, которые обеспечивают живое сечение колосниковой решетки равным 10% от их общей площади.

Компоненты агломерационной шихты (в т.ч. измельченный кокс), дозированные в заданном соотношении, перемешивают, увлажняют и подвергают окомкованию. После окомкования шихту без уплотнения загружают на колосниковую решетку слоем 300 - 400 мм. С помощью эксгаустера под колосниковой решеткой создается разрежение, благодаря которому в слой засасывается поток горячих горновых газов, обеспечивающих загорание шихты. В течение 1,5 - 2,0 мин происходит нагрев поверхностного слоя шихты примерно до 1200°C. Атмосферный воздух, поступающий в слой во время процесса, обеспечивает интенсивное горение частиц кокса шихты. При этом создаются температуры до 1400 - 1450°C, при которых происходит частичное плавление рудных зерен, их слипание, а затем в ходе последующей кристаллизации образуется пористая структура - агломерат. Агломерация железорудного концентрата методом просасывания является исключительно эффективным процессом с точки зрения теплотехнических показателей: при содержании углерода в шихте всего 3 - 5% удается нагревать спекаемый материал до 1400 - 1450°C.

Высокие температуры в первую очередь оказывают негативное влияние на работоспособность колосников. Конструктивные параметры колосников тележек агломерационной машины обычно выбираются из условия обеспечения рациональных технологических требований к процессу спекания шихты.

Особенности конструктивных параметров и механических характеристик материалов, из которых изготовлены колосники, учтены недостаточно. А именно эти колосники ограничивают общую долговечность тележек агломерационной машины. Колосники работают в окислительной, химически активной среде в широком диапазоне рабочих температур. Влияние негативных факторов на колосники приводит к их химической коррозии и деформации рабочего тела колосников, потери их работоспособности.

На рабочей ветви агломерационной машины температура колосников достигает 1400-1450°C, а на холостой ветви снижается до сезонных летне-зимних температур в промышленных зданиях. Цикличность действия высоких и низких температур является второй по значению причиной выхода из строя колосников. Число циклов за срок службы машин может быть невелико (до 5 - 10), и тогда долговечность лимитируется условиями малоциклового разрушения [1].

### *Список литературы*

1. **Биргер И. А.** Расчет на прочность деталей машин: Справочник [Текст] / Биргер И. А., Шорр Б. Ф., Иосилевич Г. Б.. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1993. — 640.

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

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. Навіть незначне бокове навантаження на з'єднання може привести до повороту гайки. Розгвинчування з'єднання може виникати і внаслідок наявності залишкових сил затяжки 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. До першої групи стопоріння нарізних з'єднань відноситься методи стопоріння з використанням лаків, фарб, різних смол. Ці методи використовуються до різей діаметром до 8 мм. Фарба наноситься на головку гвинта з переходом на деталь з'єднання після затяжки гвинта. Якщо голівка потайна або напівпотайна - фарба наноситься під головку гвинта до затяжки гвинта або гвинт затягують 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 поверхневі 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 затяжці нарізного з'єднання необхідно корегування сили затяжки з урахуванням величини зниження коефіцієнта тертя.

Якщо неможливо або небажано використання анаеробного рідкого клею, використовують кріплення з попередньо нанесеним капсульованим нарізним фіксатором. При затяжці 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. 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 осьового 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. Кращі 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 вриваються 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 Schnoog запропонована також шайба із пилкоподібними зубцями на двох сторонах.

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 устанавлюються 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 осьове 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 BILLHOFF 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 вриваються 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 вривається в поверхні спряжених деталей і створюють між ними жорсткий зв'язок. Твердість зубчастої насічки повинна бути більшою твердості поверхонь спряжених деталей.

Ю.С. РУДЬ, д-р тех. наук, профессор, В.Г. КУЧЕР, канд. тех. наук,  
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

## РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ КОЛОСНИКОВ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН (ЧАСТЬ 1)

Предлагается влияние действия температурных напряжений на долговечность и разрушение деталей при повторном нагревании и охлаждении колосников рассматривать с позиций теории малоциклового и термической прочности. Критерием совершенства конструктивных размеров колосников агломерационных машин является показатель малоциклового и термической прочности [1, 2]. В первом приближении представим колосник в виде балки равного сечения, которая закреплена в двух опорах – смежных подколосниковых балках. На расчетную балку действует внешняя нагрузка - масса колосника, а также масса шихты, объем которой равен произведению рабочей площади колосника на высоту слоя шихты, загруженной на тележку агломерационной машины. Внешняя нагрузка приводит к возникновению изгибающих моментов  $M$  в вертикальной плоскости и нормального напряжения  $\sigma$  в теле колосника. Максимальное напряжение  $\sigma_{max}$  возникает в точках балки, наиболее удаленных от нейтральной оси балки, причем  $\sigma_{max}=M/W$ , где  $W$  - момент сопротивления поперечного сечения колосника при изгибе.

Значение момента сопротивления сечения при изгибе  $W$  находится по известной формуле  $W=J/h_{max}$ , где  $J$  - момент инерции расчетного сечения; для колосников прямоугольного сплошного сечения высотой  $h_{max}$  и толщиной  $B$  момент инерции  $J=Bh_{max}^3/12$ .

Зависимость напряжения  $\sigma_a$ , которое приводит к разрушению колосника, от числа циклов воздействия на колосник высоких температур  $N$  имеет такой вид [1]  $\sigma_a^m N=C=const$ , где  $m$ ,  $C$  - постоянные константы для конструкционного материала, с которого изготовлены колосники;  $m = 4-12$  (меньшие значения – жаропрочные чугуны, большие – легированные стали).

Значение максимального напряжения  $\sigma_{max}$ , при котором материал может выдержать без разрушения практически неограниченно число циклов  $N$ , называют пределом выносливости  $\sigma_{-1}$ .

Разрушение деталей при относительно небольшом числе циклов ( $N = 10^2 \dots 10^3$ ) называют малоциклового усталостью, а способность материала сопротивляться такому разрушению - малоциклового прочностью. При таком подходе для материала колосников можно принять, что  $\sigma_a^m = \sigma_{-1}$ . Количественное значение предела выносливости колосников  $\sigma_{-1K}$ , которые имеют определенные конструктивные особенности и размеры, находятся по следующей формуле:  $\sigma_{-1K} = K_d \beta_\sigma \sigma_{-1} / K_\sigma$ , где  $\sigma_{-1}$  - предел выносливости лабораторных образцов материала, из которого изготовлены колосники;  $K_d$  - коэффициент влияния абсолютных размеров;  $\beta_\sigma$  - коэффициент, учитывающий состояние поверхности колосников;  $K_\sigma$  - эффективный коэффициент концентрации напряжений.

Коэффициент влияния абсолютных размеров  $K_d$  рекомендуется определять по графику рисунка 13 [1]. График рисунка 13 можно описать математическим уравнением вида  $K_d = a/d^b$ . Приведем размеры прямоугольного поперечного сечения колосника к условному круговому сечению с диаметром  $d$  при условии равенства площадей  $S_{пр} = S_{кр}$ :  $Bh_{max} = \pi d^2/4$ . Откуда  $d = 2\sqrt{Bh_{max}/\pi}$ . Для диапазона приведенных диаметров  $d = 6,5 \dots 90$  мм для углеродистых сталей и чугунов  $a = 1,6$ ,  $b = 0,18$  и математическое уравнение (6) приобретает следующий вид:  $K_d = 1,6/d^{0,18}$ .

С учетом математического последнего уравнения формулу для определения предела выносливости колосников можно переписать в таком виде:  $\sigma_{-1K} = 1,6\beta_\sigma \sigma_{-1} / d^{0,18} K_\sigma$ .

### Список литературы

1. ГОСТ 2.103-2013. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.
2. ГОСТ 15.201-2000. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.
3. Кохановский В. А. Оценка сложности системы [Текст] / В. А. Кохановский, М. Х. Сергеева, М. Г. Комахидзе. - www.donstu.ru/structure/cadre/komakhidze-manana-givievna/ Горное оборудование.



Ю.С. РУДЬ, д-р тех. наук, профессор, В.Г. КУЧЕР, канд. тех. наук,  
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

## РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ КОЛОСНИКОВ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН (ЧАСТЬ 2)

Сравним механические характеристики колосников агломерационной машины аналогичной конструкции, но разной толщины рабочей части  $B$ . Зависимость напряжения  $\sigma_a$ , которое приводит к разрушению колосников толщиной рабочей части  $B_1$  и  $B_2$ , от числа циклов воздействия на них высоких температур  $N_1$  и  $N_2$  запишется так:  $\sigma_{-1K(1)}^m N_1 = C(a)$  и  $\sigma_{-1K(2)}^m N_2 = C(b)$ . Число циклов воздействия высоких температур на колосники  $N_1, N_2$  определяет их долговечность.

Найдем отношение уравнений (а) к (б) и запишем его в таком виде:  $\frac{\sigma_{-1K(1)}^m}{\sigma_{-1K(2)}^m} = \frac{N_2}{N_1}$ . Для колос-

ников аналогичной конструкции, но разной толщины рабочей части  $B_1, B_2$ , коэффициенты, учитывающие состояние поверхности  $\beta_{\sigma(1)} = \beta_{\sigma(2)}$  и эффективный коэффициент концентрации напряжения  $K_{\sigma(1)} = K_{\sigma(2)}$ . Учитывая это перепишем последнее уравнение и предоставим ему дру-

гой вид  $\left(\frac{\sigma_{-1K(1)}}{\sigma_{-1K(2)}}\right)^m \left(\frac{B_2}{B_1}\right)^{0,18m} = \frac{N_2}{N_1}$ . При изготовлении колосников агломерационной машины с

различной толщиной рабочей части  $B_1, B_2$  с одного конструкционного материала предел выносливости колосников  $\sigma_{-1K(1)}^m = \sigma_{-1K(2)}^m$ , а последняя зависимость примет такой вид:  $\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{B_2}{B_1}\right)^{0,18m}$ .

Из последней формулы получим следующее соотношение:  $\frac{B_{(1)}}{B_{(2)}} = \left(\frac{N_{(1)}}{N_{(2)}}\right)^{\frac{1}{0,18m}}$ .

Введем понятие термина «коэффициент кратности замены колосников  $K_{ЗАМ.B2/B1}$ ». Для колосников с толщиной рабочей части  $B_2$ , этот коэффициент определяет количество замен колосников с толщиной рабочей части  $B_2$  в период сохранения работоспособности колосников с толщиной рабочей части  $B_1$ . Фактически коэффициент кратности замены колосников  $K_{ЗАМ}$  – это отношение долговечности колосников с толщиной рабочей части  $B_1$  к долговечности колосников с толщиной рабочей части  $B_2$ . При этом будет справедливо уравнение  $N_1 = K_{ЗАМ.B2/B1} N_2$ , где  $K_{ЗАМ.B2/B1}$  – целое число.

После подстановки последнего уравнения в предыдущую формулу получим  $B_{(1)}/B_{(2)} = (K_{ЗАМ.B2/B1})^{\frac{1}{0,18m}}$ .

Подставив в последнее уравнение численное значение коэффициента  $m$ , получим возможный диапазон отклонений показателя степени уравнения в диапазоне 0,5 ... 1,4. В результате имеем следующую зависимость:  $B_{(1)}/B_{(2)} = (K_{ЗАМ.B2/B1})^{0,5...1,4}$ .

На основании анализа последнего математического выражения можно сделать следующие выводы:

1) С целью снижения простоев агломерационной машины в ремонте, связанным с заменой колосников, коэффициент кратности замены колосников  $K_{ЗАМ.B2/B1}$  должен быть целым числом.

2) При изготовлении колосников с одного конструктивного материала, но с разной толщиной рабочей части  $B_1, B_2$ , долговечность колосников с толщиной рабочей части  $B_2$  должна быть меньше долговечности колосников с толщиной рабочей части  $B_1$  в  $(K_{ЗАМ.B2/B1})^{0,5...1,4}$  раз.

### Список литературы

1. Мамчур Е. А., Овчинников Н. Ф., Уемов А. И. Принцип простоты и мера сложности [Текст] / Е. А. Мамчур, Н. Ф. Овчинников, А. И. Уемов. – М.: Наука, 1989. – 304 с.
2. dic.academic.ru...nsf/enc\_mathematics/5132/СЛОЖНАЯ [Электронный ресурс].
3. Ляпунов А. А. Теоретические проблемы кибернетики [Текст] / А. А. Ляпунов, С. В. Яблонский // Проблемы кибернетики: сборник статей. - М.: Физматгиз, 1963. - Вып.9. - С.5-22.

Ю.С. РУДЬ, д-р тех. наук, профессор, В.Г. КУЧЕР, канд. тех. наук,  
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

### РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ КОЛОСНИКОВ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН (ЧАСТЬ 3)

Практически можно реализовать от одной до трех замен колосников с толщиной рабочей части  $B_2$  в течение сохранения работоспособности колосников с толщиной рабочей части  $B_1$ , т.е. коэффициент кратности замены колосников  $K_{замB2/B1}$  имеет значение 1...3. При значении коэффициента кратности замены колосников  $K_{замB2/B1} = 1$  толщина рабочей части колосников двух различных конструкций уровне  $B_1 = B_2$ . Выполняется одна замена колосников с толщиной рабочей части  $B_2$  в течение сохранения работоспособности колосников с толщиной рабочей части  $B_1$ , т.е. они равнонадежны. Это крайний случай, однако он наблюдается наиболее часто.

При коэффициенте кратности замены колосников  $K_{замB2/B1} = 2$  в течение эксплуатации определенной партии колосников предполагается выполнить две замены колосников с толщиной рабочей части  $B_2$  в течение сохранения работоспособности колосников с толщиной рабочей части  $B_1$ . Соотношение толщины рабочей части колосников двух различных конструкций  $B_1/B_2$  должно находиться в пределах соотношений (1,4: 1,0) - (2,7: 1,0).

При коэффициенте кратности замены колосников  $K_{замB2/B1} = 3$  в течение эксплуатации определенной партии колосников предполагается выполнить три замены колосников с толщиной рабочей части  $B_2$  при сохранения работоспособности колосников с толщиной рабочей части  $B_1$ . Соотношение толщины рабочей части колосников двух различных конструкций находится в пределах  $B_1/B_2 = (1,7: 1,0) - (4,7: 1,0)$ .

Отдельным случаем использования найденного решения по выбору и обоснованию конструктивных размеров колосников агломерационных машин по критерию малоциклового и термической прочности является обеспечения равной долговечности колосников с разной толщиной рабочей части  $B_1$  и  $B_2$ . Необходимость в этом возникает при смене партии колосников, которые эксплуатируются на агломерационной машине, на новые. В этом случае на агломерационной машине некоторое время будут использоваться колосники двух разных партий. Здесь возникает необходимость выбирать такие конструкционные материалы для колосников с разной толщиной рабочей части  $B_1$  и  $B_2$ , которые могли бы обеспечить сопротивление усталости равному числу циклов воздействия высоких температур  $N_1 = N_2$ . При этом зависимость предела

выносливости материала разных колосников примет такой вид: 
$$\left( \frac{\sigma_{-1K(1)}}{\sigma_{-1K(2)}} \right)^m \left( \frac{B_2}{B_1} \right)^{0,18m} = 1$$
. Из

этой формулы найдем зависимость  $\sigma_{-1K(2)} = \sigma_{-1K(1)} \left( B_2/B_1 \right)^{0,18}$ , где  $\sigma_{-1(1)}$  - предел выносливости материала колосников с толщиной рабочей части  $B_1$ .

То есть, при необходимости обеспечения равной долговечности колосников с разной толщиной рабочей части, и изготовленных из различных конструкционных материалов, числовое значение величины предела выносливости материала  $\sigma_{-1(2)}$  колосников с толщиной рабочей части  $B_2$ , должно равняться произведению предела выносливости материала колосников  $\sigma_{-1(1)}$  с толщиной рабочей части  $B_1$  на величину отношения  $B_1/B_2$  в степени 0,18.

Предел выносливости материала  $\sigma_{-1(2)}$  колосников изменяется чаще всего путем использования дорогих легирующих элементов.

#### Список литературы

1. Бусленко Н. П. Лекции по теории сложных систем [Текст] / Н. П. Бусленко, В. В. Калашников, И. Н. Коваленко. – Ленинград: Советское радио, 1973. – 440 с.
2. Сетров М. И. Принцип системности и его основные понятия [Текст] М. И. Сетров // Проблемы методологии системного исследования. – М.: Мысль, 1970. – С. 49-53.
3. Рудь Ю. С. Оборудование для окомкования и обжига железорудных окатышей [Текст] / Ю. С. Рудь, В. И. Бессараб, В. М. Палагута, Г. Х. Бойко, М. Е. Фастовский. - М.: ЦНИИТЯЖМАШ, 1982. (Обзорн. информ. Сер. Металлургическое оборудование. - Вып. 36). - 33 с.].

## **ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ЗМІНИ ЗМІСТУ І ФОРМИ ОСВІТИ ФАХІВЦІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

Гармонія світу побудована відповідно до великих математичних принципів симетрії і пропорції. Перед інженерною підготовкою студентів на сучасному етапі стоїть завдання не тільки одержати нові різнобічні знання, але й перетворити ці знання в розуміння суті інженерної діяльності, їх значущості й ролі в кожній з можливих сфер економіки. Реалізація такого завдання вимагає актуалізації змісту і форм підготовки фахівців інженерних спеціальностей. Основними викликами, які необхідно враховувати при підготовці сучасних інженерів, є бурхливий розвиток науки і технологій, необхідність реалізації стратегії сталого розвитку у всіх сферах людської діяльності та суттєве покращення практичної підготовки інженера.

Розвиток освіти в будь-якій країні визначає не тільки рівень розвитку інтелектуального потенціалу суспільства, але й створює умови для здійснення науково-технічного та соціально-економічного прогресу. Сполучені Штати Америки вже давно є провідною державою, котра впливає на стан світової економіки та політики. Високі стандарти цієї країни проектується і на галузь вищої освіти – вона залишається провідною сферою, у яку американський уряд інвестує значні кошти. І це тенденції не лише останнього десятиліття. Існування таких всесвітньо відомих американських університетів, як Гарвард, Єль, Принстон та Стенфорд з їх столітньою історією, підтверджує високі досягнення вищої освіти у США та її конкурентоспроможність упродовж багатьох років. Американські освітні інституції активно долучаються до розвитку держави і виступають запорукою її благополуччя. Прихильники альтернативних методів викладання не безпідставно вказують на те, що лекції є досить пасивною формою навчання, де студент може бути задіяний у навчальний процес лише у незначною мірою. Крім того, під час лекційних занять важко налагодити контакт з великою аудиторією та контролювати реакцію студентів та ступінь сприймання матеріалу. Велику увагу в аудиторії приділяють прикладам, причому наводить їх не тільки викладач, але й власне студенти. Завдання, що одержують американські студенти впродовж семестру, містять у собі великий обсяг теоретичного матеріалу, який потрібно прочитати самостійно, невеликі індивідуальні завдання і декілька групових проєктів.

Бразильський педагог Пауло Фрейре вважає, що доцільно замінити традиційну «накопичувальну» освіту на освіту «проблемно-визначальну». У книзі «Педагогіка пригноблених» П. Фрейре назвав «банківською освітою», коли студенти розцінюють як «банк», а викладачів – як вкладників, які сподіваються отримати дивіденди в майбутньому. При «банківській освіті» студенти є пасивними отримувачами певного обсягу знань, які вони доволі часто вважають не своїми, не інтерпретують їх, не розуміють значення та, найголовніше, забувають більшу частину після отримання оцінки. За умов проблемно-визначальної освіти студенти займаються реальними проблемами, запозиченими з життя. Навчання, вважає педагог, відбуватиметься набагато успішніше, якщо учні самостійно формулюватимуть завдання і, виходячи з власного життєвого досвіду, виконуватимуть їх.

Сучасна якісна інженерна освіта має забезпечити можливість застосування випускниками ВНЗ знань у науці, інженерії, технології в різних галузях економіки країни безпосередньо після закінчення навчання в університеті.

Для удосконалення навчального процесу та для надання досвіду ведення дискусії доцільно було б використовувати в навчанні дискусійні заняття з постановкою проблеми та її обговорення. Такий спосіб навчання добре зарекомендував себе у провідних вищих навчальних закладах світу. Використання заняття з постановкою проблеми вчить майбутнього фахівця обґрунтовувати свою думку, приймати рішення, працювати із довідковою літературою, що дозволить спростити адаптацію молодого фахівця на початку своєї професійної діяльності. Відродження проходження практики на підприємствах промисловості допоможе підготувати випускників нової формації, які мають гарну кваліфікаційну підготовку, здатних самостійно розв'язувати виробничі завдання та самостійно приймати рішення.

Р.А. ТИМЧЕНКО, д-р тех. наук, профессор, О.Б. НАСТИЧ, канд. тех. наук, доцент,  
Д.А. КРИШКО, канд. тех. наук, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНЫХ НИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ**

В настоящее время для изготовления оборудования сульфатного производства целлюлозно-бумажной промышленности широко используется аустенитная хромоникелевая сталь 12X18НЮТ. Двухфазные стали по сравнению с аустенитными обладают рядом преимуществ: позволяют экономить 40-50 кг дефицитного никеля на 1 т стали; имеют более высокие показатели прочности; не подвержены коррозионному растрескиванию и межкристаллитной коррозии; технологичны при изготовлении сварных конструкций.

Указанный комплекс свойств двухфазных сталей достигается за счет наличия в их структуре одновременно двух фаз: аустенита и феррита. Под действием термического цикла сварки в зоне термического влияния происходит необратимое превращение и рост размеров зерен феррита, снижающие коррозионную стойкость и пластические характеристики сварных соединений.

Коррозионная стойкость наплавленного металла сварных соединений двухфазных сталей в щелочных средах зависит от многих факторов, наибольшее влияние из которых оказывают: содержание основных легирующих элементов: хрома, никеля; структурное состояние наплавленного металла и зоны термического влияния; величина погонной энергии сварки.

Все эти факторы тесно взаимосвязаны. Варьируя соотношение хрома и никеля, можно в широких пределах изменять структурное состояние наплавленного металла. Для изготовления сварных конструкций из двухфазных сталей применяются электроды аустенитного класса. Их применение способствует снижению коррозионной стойкости сварного соединения вследствие избирательного растворения зон термического влияния и сплавления по типу ножевой коррозии. Это обусловлено электрохимическими процессами в системе «сварной шов – основной металл».

Результаты коррозионных испытаний показали, что в исследованных интервалах хром и никель увеличивают стойкость наплавленного металла против коррозии. Так, при содержании 5,5% никеля увеличение концентрации хрома с 22 до 28% вызвало снижение скорости коррозии примерно в 8 раз. С повышением содержания никеля до 8,5% влияние хрома на изменение коррозионной стойкости наплавленного металла менее выражена, при этом скорость коррозии снизилась в 2,5 раз при содержании хрома 22 и 28%. Коррозионная стойкость металла сварных швов в щелочных средах в значительной степени определяется содержанием никеля.

Никель оказывает комплексное влияние на пассивность наплавленного металла.

С одной стороны, он повышает эффективность катодного процесса, что выражается в смещении потенциала коррозии наплавленного металла в положительном направлении. Кроме того, при введении никеля уменьшается предельный ток пассивации железной оставляющей стали, но увеличивается предельный ток растворения никелевой составляющей  $Ni_2+$ .

С другой стороны, известная высокая коррозионная стойкость никеля и его положительное влияние на увеличение стойкости сталей против коррозии в растворах щелочей обусловлены тем, что никель, пассивирующийся труднее, чем хром, даже находясь в активном состоянии, имеет низкую скорость собственного растворения.

Скорость коррозии при содержании хрома в наплавленном металле свыше 25% изменяется незначительно. Вместе с тем, при выборе системы легирования необходимо учитывать и другие факторы: сварочно-технологические свойства, механические характеристики. Увеличение содержания хрома более 25% нежелательно вследствие существенного ухудшения пластичности из-за увеличения содержания ферритной фазы. При содержании хрома в сварном шве более 25% уменьшается стойкость металлошва против образования кристаллизационных трещин.

На основании изложенного принято содержание хрома в наплавленном металле на уровне 25%. Для получения в металле сварных швов стали 12X21Н5Т структуры с оптимальным содержанием ферритной фазы 35 – 40% необходимо иметь содержание никеля на уровне 7,5%.

Доклад посвящен вопросу химического состава металла сварных швов, процентному содержанию хрома и никеля с получением оптимального сочетания прочности и пластичности при высоких значениях коррозионной стойкости и технологической прочности.

Р.А. ТИМЧЕНКО, д-р тех. наук, профессор, О.Б. НАСТИЧ, канд. тех. наук, доцент,  
Д.А. КРИШКО, канд. тех. наук, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

## **ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПЛАВ, ДЛЯ ИЗНОСОСТОЙКОЙ НАПЛАВКИ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ**

Широкое применение во многих отраслях промышленности находят детали из углеродистых конструкционных материалов с упрочняющими покрытиями. Для восстановления деталей, эксплуатирующихся в условиях коррозионно-механического изнашивания, разрабатываются износостойкие материалы системы  $F_e - C - C_r - V$ . Для этого необходимо разработать наплавочные материалы для получения качественного наплавленного слоя без предварительного подогрева деталей, исключая образование трещин при наплавке на углеродистые стали.

Главные факторы, определяющие прочность соединения разнородных материалов при наплавке, – свойства и строение зоны сплавления. Появление в зоне сплавления «белой полосы», отличающейся высокой твердостью и хрупкостью в сочетании с высоким уровнем возникающих при наплавке напряжений, вызывают микротрещины, приводящие к сколам, отслоению. Было проведено исследование влияния хрома на строение переходной зоны, формирующейся при ручной наплавке износостойких сплавов системы  $F_e - C - C_r - V$  с содержанием углерода 0,8 – 1,0%, на сталь 35. Наплавку производили без подогрева. Наличие трещин в наплавленном металле выявляли визуальным осмотром и исследованием микрошлифов.

Известно, что формирование микроструктуры в зоне сплавления в значительной мере связано со степенью проплавления и смешением основного и наплавленного металлов, а также процессами диффузии углерода на границе сплавления. В случае наплавки легированных сплавов на стали с различным содержанием углерода в зоне сплавления наблюдается химическая и структурная неоднородность, определяющаяся главным образом разницей в химическом составе наплавленного и основного металлов. В результате проплавления и перемешивания, разных по составу сталей изменяются концентрации углерода, хрома, ванадия в зоне сплавления на участке, где происходит оплавление основного металла. Благодаря высокой скорости диффузии углерод из наплавленного металла переходит в основной металл тем быстрее, чем больше разница по концентрации углерода между наплавляемым и основным металлами. При наплавке на сталь 35 разница по концентрации углерода меньше, чем при наплавке на сталь Ст. 3.

Наличие карбидообразующих элементов (хрома, ванадия) в наплавленном металле замедляет диффузию углерода в основной металл, тем самым увеличивая химическую неоднородность в зоне сплавления. В зависимости от содержания легирующих элементов (хрома) в наплавленном металле характер зоны сплавления резко изменяется. При наплавке сплавов с содержанием хрома около 9% в зоне сплавления образуется полоса нетравящегося мартенсита. На поверхности наплавленного металла наблюдаются видимые трещины. При наплавке сплавов с содержанием хрома 5-7% на сталь 35 наблюдается плавный переход от наплавленного металла к основному. Сплавы с низким содержанием хрома не склонны к образованию трещин. Структура наплавленного металла системы  $F_e - C - C_r - V$  состоит из аустенита, мартенсита и небольшого количества карбидов хрома и ванадия.

Уменьшение в наплавленном металле содержания хрома с 9 до 5% приводит к образованию более мелкодисперсных карбидов, крупноигльчатый мартенсит становится мелкодисперсным. При снижении содержания хрома положительную роль в данной системе легирования играет ванадий, способствующий перераспределению углерода в карбидообразующих элементах в карбидах и основе сплава. В зависимости от различного содержания карбидообразующих элементов, но при одинаковом содержании углерода, в разной степени протекают процессы диффузного перераспределения легирующих элементов, приводящие к образованию диффузных прослоек, развитию структурной и химической неоднородности зоны сплавления за счет концентрационных перепадов.

Доклад посвящен вопросу разработки технологичного экономнолегированного сплава, позволяющего получать качественный наплавленный слой без предварительного подогрева, а также влиянию содержания хрома в наплавочных сплавах на характер зоны сплавления со сталью 35.

Р.А. ТИМЧЕНКО, д-р тех. наук, профессор, О.Б. НАСТИЧ, канд. тех. наук, доцент,  
Д.А. КРИШКО, канд. тех. наук, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИЙНОЙ СТОЙКОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

В настоящее время наиболее распространенными технологическими средами в целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) являются щелочные и сернокислые растворы различных концентраций и температур. Широкое применение при изготовлении сварных конструкций и оборудования таких производств, как сульфат-целлюлозное и гидролизно-дрожжевое, находят хромоникелевые стали типа 12X18H10T. Сварные соединения часто корродируют со скоростью больше чем допустимая, и оборудование преждевременно выходит из строя, требует частых ремонтов. Интенсивная коррозия сварных швов и сокращение межремонтного срока службы технологического оборудования обусловлены в ряде случаев неправильным выбором присадочных материалов, режимов сварки и после сварочной обработки как при изготовлении нового оборудования, так и при его ремонте. В связи с этим для увеличения стойкости, надежности и долговечности оборудования, эксплуатирующегося в агрессивных средах ЦБП, возникла необходимость корректировки технологии изготовления и ремонта аппаратуры из аустенитных нержавеющей сталей типа 12X18H10T.

Один из наиболее распространенных способов механизированной сварки аустенитных сталей – автоматическая сварка под флюсом с применением проволок идентичного химического состава. Поэтому стыковые соединения получали на пластинах из стали 12X18H10T размером 150 x 100 x 10 мм с разделкой по середине, которые жестко закрепляли в медном кристаллизаторе. Автоматическую сварку выполняли при постоянном токе обратной полярности под флюсом АН-20 проволокой Св-07X19H10Б диаметром 3 мм. Начало и конец шва выводили на временные технологические планки. Интервал варьирования величины погонной энергии за счет изменения различных параметров процесса сварки составлял 390 – 4000 кДж на метр.

Из полученных пластин, а также из пластины без наложения термического цикла сварки вырезали образцы для металлографических исследований и коррозионных испытаний, при этом соотношение площадей наплавленного и основного металла оставалось постоянным и составляло 1:3. С части образцов механическим способом снимали усиление сварных швов. Перед коррозионными испытаниями образцы шлифовали, а поверхность шва околшовной зоны тщательно очищали от остатков шлаковой корки и других загрязнений. Коррозионные испытания проводили при температуре кипения в 40 % растворе едкого натра и 1% растворе серной кислоты в колбах с обратным холодильником. Время испытаний соответственно составляло 144 ч. (циклами по 48 ч.) и 72 ч. с циклами по 24 ч. Скорость коррозии сварных соединений определяли гравиметрическим методом по потере веса.

Увеличение погонной энергии сварки приводит к росту скорости коррозии образцов сварных соединений. Основой металл, который не подвергался термическому циклу сварки, имеет более высокую коррозионную стойкость. Внешний осмотр образцов после коррозионных испытаний показал, что разрушение сварных соединений с небольшим тепловыделением носят локальный характер с преимущественным растворением металлошва. Это связано с плохим перемешиванием основного и присадочного металлов, что приводит к появлению зональной ликвации в наплавленном металле, структурной и химической неоднородности. Образцы, сваренные на режимах с большим тепловложением, разрушаются более равномерно.

Металлографическое исследование показывает, что сварные соединения, выполненные с минимальной погонной энергией, имеют мелкозернистую аустенитно-ферритную структуру с содержанием 2-3%  $\delta$ -феррита. С увеличением погонной энергии количество  $\delta$ -феррита на границах зерен аустенита растет, и на максимальных режимах образуется сплошная сетка. Наиболее интенсивный рост зерен феррита наблюдается вдоль линии сплавления, что приводит к появлению интенсивной избирательной коррозии.

Доклад посвящен вопросу изучения влияния погонной энергии сварки на фазовый состав и скорость коррозии сварных соединений с целью разработки оптимальной технологии сварки, обеспечивающей максимальную коррозионную стойкость, при ремонте оборудования.

Р.А. ТИМЧЕНКО, д-р тех. наук, профессор, О.Б. НАСТИЧ, канд. тех. наук, доцент,  
Д.А. КРИШКО, канд. тех. наук, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ**

В настоящее время для поверхностного легирования с целью защиты металлов от коррозии используют разнообразные установки, существенные недостатки которых – низкая технологичность и неудовлетворительный уровень свойств получаемых покрытий. Существующие способы нанесения легирующих покрытий с использованием вакуумного оборудования не дают возможность организовать непрерывную технологию, требуют дорогостоящего оборудования. Применение электротехнических ионно-плазменных установок позволяет используя малооперационную технологию, получать при атмосферном давлении модифицированные поверхности с высокой сплошностью покрытий и устойчивостью к термоударам в агрессивных средах.

Один из путей повышения качества плазменных покрытий – создание условий для протекания взаимной диффузии элемента покрытия и металла подложки с образованием переходной диффузионной зоны в процессе плазменной обработки материала. Применение интенсифицирующих факторов (подогрева подложки, перегрева частиц материала покрытия, применение электрических и магнитных полей и др.) в технологии нанесения плазменных покрытий не устраняет образования на обрабатываемой поверхности слоя, легко разрушающегося и отслаивающегося под действием температурных и механических нагрузок.

Процесс диффузионного внедрения легирующего материала, исключающий образование на обрабатываемой поверхности легкоотслаивающегося слоя, осуществлялся при помощи специально разработанного плазменного устройства, включающего плазмотрон постоянного тока с испарительным блоком, сопловой выходной секции, в полости которой находился легирующий материал покрытия. Для обеспечения внедрения ионов примеси энергия их в катодной области должна быть достаточной для разрыва ненасыщенных связей поверхностных атомов катода и в то же время не должна превышать энергию распыления. При этом осуществляется перекрытие электронных оболочек адсорбента, сопровождающееся электронным переходом. Адсорбент должен обладать высшей положительной валентностью, что приводит к снижению энергетического барьера обмена электронами основы.

Электромассоперенос осуществляется за счет ионов хрома (материала покрытия), имеющего потенциал ионизации в 2,33 раза меньше, чем аргон, выступающий в роли плазмообразующего газа. В электродуговом плазмотроне с испарительным блоком в течении всего времени работы создаются условия для непосредственного воздействия электрической дуги, генерирующей плазму на материал покрытия; это приводит к его полному расплавлению, интенсивной атомизации и частичной ионизации, что, в свою очередь, является определяющим фактором при формировании диффузионного покрытия на обрабатываемых поверхностях.

Эффективность формирования диффузионных покрытий с помощью разработанного электродугового плазмотрона зависит от следующих энергетических параметров процесса: мощности дугового разряда энтальпии и температуры плазменного потока, мощности несамостоятельного разряда и плотности тока в нем, кинетической энергии ионов внедряемого элемента в прикатодной области у изделия – катода, температуры подложки. Применение разработанного плазменного устройства для диффузионного легирования поверхностей позволило повысить качество наносимых покрытий, устранить образование наружного слоя напыленного материала покрытия, повысить степень использования исходного материала покрытия по сравнению с порошковыми методами нанесения покрытий.

Возможность получения диффузных металлических покрытий ионно-плазменным методом при атмосферном давлении перспективно с точки зрения его использования для защиты металлов от коррозии в связи с технологичностью, относительной простотой и возможностью организации непрерывного процесса обработки длинномерных изделий.

Доклад посвящен вопросу применения плазменного устройства для получения защитных диффузионных покрытий, обладающих высокой стойкостью к термическим и механическим нагрузкам.

В.П. НЕЧАЕВ, А.О. РЯЗАНЦЕВ, канд. тех. наук, доценти, О.В. ЧЕРНЯВСЬКА, ст. викладач, Криворізький національний університет

## **АНАЛІЗ ШЛЯХІВ МОДИФІКУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ РЕМОНТОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧНОЮ ДЕФОРМАЦІЄЮ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ**

Відновлення деталей за допомогою пластичних деформацій засноване на їх здатності змінювати свою геометричну форму і розміри за рахунок перерозподілу металу без руйнування під дією зовнішніх сил.

Ремонт деталей пластичною деформацією - один з найбільш поширених методів ремонту деталей, заснований на пластичній деформації зношених деталей з подальшою механічною обробкою. Метод використовують для виправлення вм'ятин, скручування, зміни посадкових розмірів зношених місць деталей (збільшення діаметра зношених шийок осей, валів, зменшення діаметра зношених поверхонь втулок), підвищення міцності деталей (дробоструминний наклеп) і зниження шорсткості механічної обробки (накатка роликками шийок валів замість їх шліфування). Цей спосіб застосовується також для відновлення початкових властивостей деталей, зміцнення їх робочих поверхонь і в якості заключної чистової обробки.

Для полегшення пластичного деформування деталей попередньо підігрівають, що різко підвищує пластичність металу. Так, при нагріванні деталей до 900 °С прикладене навантаження можна знизити до 0,5 ... 0,6 МПа.

Деталі відновлюють як у холодному, так і в гарячому стані. У холодному стані зазвичай відновлюють деталі з низьковуглецевих сталей, кольорових металів і сплавів, а в гарячому - з середньо-і високовуглецевих сталей з температурою нагріву 0,7 ... 0,9 температури плавлення. Після відновлення тиском відповідальні деталі піддають термічній обробці. При відновленні деталей пластичною деформацією (тиском) використовують пластичні властивості металу, здатність за деяких умов деформуватися під навантаженнями, не втрачаючи цілісності деталі.

Розрізняють такі види обробки пластичним деформуванням: осадку, роздачу, обтиснення, вдавлювання, витяжку, правку, накочування.

Особливості ремонту пластичною деформацією. При гарячій обробці важливий інтервал температури обробки, що залежить від хімічного складу металу. Найвища температура обробки не повинна викликати випалювання металу. Занадто низька температура обробки у м'яких металів може викликати наклеп, а у твердих - поява тріщин. Так як при ремонті обробляється не заготовку, а зношену деталь, то важливі швидкість нагріву деталі і температура обробки, щоб уникнути вигорання вуглецю з поверхні деталі і освіти товстого шару окалини. Деталі бажано нагрівати в нейтральному середовищі (Наприклад, в ящику з цементуючим складом). Після пластичної деформації деталі обробляють термічно згідно з технічними умовами.

Холодна пластична деформація супроводжується спотворенням кристалічної решітки металу - утворенням нових дислокацій, дробленням зерен, їх сплюсненням і подовженням в напрямку найбільшого течії металу.

В результаті спотворень кристалічної решітки і появи залишкових напруг змінюються фізико-хімічні властивості металу, наприклад зменшуються електро- і теплопровідність.

В результаті холодної деформації в металі виникають також переважна орієнтування (текстура) і анізотропія властивостей, тобто їх неоднорідність залежно від напрямку переважного течії металу.

Найбільш важлива перевага методу в тому, що відновлення деталей до первісних розмірів (або близьких до них) досягається без нарощування металу.

Отже, треба зазначити що, ремонт зношених деталей за допомогою пластичних деформацій вимагає спеціальних пристроїв та штампів, тому є економічно виправданим тільки в тому випадку, коли ремонтується багато однотипних деталей.

### *Список літератури*

1. Гуляев А.П. В Металознавство / А.П. Гуляев // М: Металургія, 1986 р.
2. Лівшиц Б.Г. Металографія / Б.Г. Лівшиц // М.: Металургія, 1990
3. Бельченко Г.І., Губенко С.І. Основи металографії і пластичної деформації сталі / Г.І.Бельченко, С.І. Губенко // Київ-Донецьк. В«Вища школа», 1987, 239с.



В.П. НЕЧАЄВ, А.О. РЯЗАНЦЕВ, канд. тех. наук, доценти, Л.І. ЛАУХІНА, ст. викладач, Криворізький національний університет

## ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ШЛЯХОМ СТРУКТУРНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ

Відомо, що працездатність виробів найчастіше залежить від якісних характеристик робочого шару, становлять інтерес технології, які змінюють структуру тільки цього поверхневого шару [1,2].

Останнім часом увагу фахівців залучають спеціалізовані імпульсно-плазмові детонаційні пристрої для легування й структурування робочого шару на поверхні виробів, виготовлених з мартенситних сталей. У цих пристроях генерування імпульсної плазми здійснюється шляхом посилення енергії продуктів детонаційного згоряння горючих газових сумішей в електростатичному полі [2].

Проведені дослідження й аналіз досвіду промислового використання плазмово-детонаційних пристроїв підтвердили їхню високу ефективність у технологіях легування й структурування поверхневого шару на виробках з мартенситних сталей. Пристрої реалізують можливість комутування електричного струму іонізованою областю газу у фронті детонаційної хвилі. Це дозволяє генерувати імпульсну плазму із частотою 1-10 Гц і енергією до 10 кДж і вище. Є можливість уведення в плазму комплексу різних елементів легування (С, N, W, Мо, Сг, Ті, V, Al).

Енергетичні характеристики плазмових струменів на виході із плазмового детонаційного пристрою залежать від розмірів пристрою й напруженості електричного поля. При довжині міжелектродного зазору  $L = 200$  мм і напруженості електричного поля 400-500 кВ/м, плазмовий струмінь має температуру 2000°C і швидкість 6 км/с[2].

На поверхні виробу утворюється шар ударно-стислої газоподібної речовини, яка має підвищений тиск. Електропровідність цього ударно-стислого шару залежить від товщини, напруженості поля, температури нагрівання поверхні виробу.

Наслідком від проходження електричного струму є утворення імпульсного магнітного поля до 3000 Е. Магнітне поле викликає збільшення теплопровідності, утворення внутрішніх електричних струмів в оброблюваному шарі металевих виробів, зміна його властивостей.

Тепловий вплив на оброблювану поверхню здійснюється, як правило, за рахунок теплопередачі від теплоносія. Теплоносієм є ударно-стислий шар газу на поверхні твердого тіла. Нагрівання поверхні виробу здійснюється також і за рахунок інших видів впливів: акустичного, механічного, електромагнітного й променевого.

Циклічний тепловий вплив викликає періодичне нагрівання поверхні до температури плавлення, що змінює фазові стани в шарі металу й прискорює перенос легуючих елементів. Відповідно, повністю завершуються процеси деформування й структурування поверхневого шару. На поверхні виробу спостерігається зміна структури шару сталі залежно від кількості імпульсів впливу. У результаті такої обробки на поверхні мартенситної сталі формується легований шар. Состав цього шару залежить від кількості легуючих елементів у плазмі й кількості імпульсів обробки.

Діаграми навантаження для поверхневого шару вуглецевої сталі до й після імпульсно-плазмової обробки показали, що комплекс фізико-механічних властивостей модифікованого шару вище в 2-3 рази, ніж неопрацьованого металу.

Результати аналізу опублікованих робіт з даної проблеми показують, що даний напрямок є актуальним і обґрунтованою є необхідність продовження подальших досліджень.

### Список літератури

1. **Нечаєв В.П.** Плазмово-дугове зміцнення деталей гірничих машин / **В.П. Нечаєв** // (II міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі – 14.12.2017 р.).
2. **Жадкевич М.Л., Тюрин Ю.Н., Колисниченко О.В.** Зміна структури поверхневого шару на виробках зі сталі / **М.Л. Жадкевич, Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко.** // «Головний механік», 2010, №3, С.50-54.

О.А. ГУЛІВЕЦЬ, канд. тех. наук, доцент, С.Ю. ОЛІЙНИК, асистент,  
Криворізький національний університет

## СПОСІБ ЗМЕНШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ЗАЧЕПЛЕННІ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

Виробництво механічних передач за обсягом продукції, що реалізується, є одним із самих масових у світі [1]. При цьому найбільш широко застосовуються в машинобудуванні зубчасті передачі.

Від правильного проектування, виготовлення та експлуатації залежить строк служби зубчастих передач.

До чинників, які негативно впливають на роботу зубчастих передач, але які враховуються при проектуванні, належить: нерівномірність розподілу навантаження між зубцями коліс, нерівномірність розподілу навантаження по ширині вінців зубчастих коліс та динамічні навантаження в зачепленнях зубців. Динамічні навантаження, які викликаються допустимими похибками кроку та форми профілю зубців, враховуються при проектуванні передач шляхом виконання перевірних розрахунків на контактну втому та втому при згинанні.

При проектуванні зубчастих передач також виконуються перевірні розрахунки на міцність при дії короточасних навантажень.

Короточасні перевантаження, які не враховуються при перевірних розрахунках зубців коліс передач на втому і які залежать від режиму роботи двигуна та робочого органу машини, суттєво збільшують динамічні навантаження у зачепленні. При нечастих короточасних перевантаженнях, для запобігання втрати статичної міцності зубців, виконують за відомими формулами перевірку зубчастих передач на міцність.

Але при частих пусках такі короточасні перевантаження можуть суттєво впливати на пришвидшення втомного руйнування зубців.

Тому виникає необхідність зменшувати динамічні навантаження в зачепленні зубців в періоді пуску.

Основними методами, які дозволяють зменшувати динамічні навантаження в передачі, є: підвищення точності виготовлення і складання механізму; збільшення коефіцієнта перекриття зубців коліс; зменшення моментів інерції зубчастих коліс.

Найбільш ефективним засобом зменшення динамічних навантажень є демпфування шляхом збільшення крутильної податливості зубчастих коліс. Найбільшого поширення набуло конструктивне демпфування коливань навантаження за рахунок використання пружних елементів в конструкціях коліс.

При цьому висока крутильна податливість досягається за рахунок пружного з'єднання обода зубчастого колеса з маточиною через ряд пружних елементів (металічних або гумових) [2, 3]. Така конструкція зубчастих коліс суттєво ускладнює їх виготовлення, монтаж та обслуговування при експлуатації.

В запропонованій конструкції зубчасте колесо, вінець якого виконано як одне ціле з півмуфтою пружної муфти, установлюється на вал через підшипник кочення а через пружні елементи з'єднуються з півмуфтою, яка закріплена на валу за допомогою шпонкового або зубчастого з'єднання. З метою недопущення резонансу крутильних коливань, які виникають при цьому, пружні елементи мають змінну жорсткість і забезпечують необхідну високу крутильну податливість зубчастого колеса.

Демпфуюча здатність такої конструкції зубчастого колеса сприяє зменшенню динамічних навантажень та згасанню коливань.

### *Список літератури*

1. Гольдфарб В.И. Тенденции развития рынка производства и потребления зубчатых передач / В.И. Гольдфарб, В.И. Некрасов, Л.А. Ширманова // Теория и практика зубчатых передач: Сб. докл. научн.-техн. конф. с междунар. участием. Ижевск, 2004. – с. 5-11.
2. Иоселевич Г.Б. Детали машин. Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
3. А.С. 249415 (СССР) Упругое зубчатое колесо для тяговой передачи локомотива / Беган-Богацкий П.З., Ряховский Н.С., Добрынин Л.К.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПОВОРОТНОЇ ПЛАТФОРМИ ЕКСКАВАТОРА ЕКГ 81

На сьогоднішній день при видобутку корисних копалин відкритим способом застосовуються високопродуктивні гірничі машини, при роботі яких виникають динамічні навантаження на робоче обладнання, на електромеханічне обладнання, а також найнебезпечніший вид навантажень - вібрація робочих місць операторів, а саме вібрації на робочих сидіннях і рукоятках управління. Це призводить до значного зносу механічних вузлів, а також до економічних втрат.

Для зниження вібрацій найчастіше застосовують метод віброзахисту з відділенням об'єкту від джерела вібрацій за допомогою систем віброзахисту, які можна розділити на два основних типи - пасивні і активні.

Однак до теперішнього часу не розроблені пристрої, що забезпечують ефективну віброізоляцію обладнання кар'єрних екскаваторів.

Актуальність роботи полягає в тому, що в даний час має місце бути недостатня вивченість просторового розподілу вібраційних полів, інтенсивності, частотних діапазонів і кінематичних параметрів вібрації силового та керуючого обладнання, а також систем автоматики, які розміщені на поворотній платформі кар'єрних екскаваторів. Відомі засоби віброізоляції обладнання і робочого місця машиніста розроблені без урахування специфічних особливостей вібраційних процесів екскаваторів.

Метою дослідження – є знаходження раціональних показників зниження динамічних навантажень поворотної платформи на кар'єрних екскаваторах.

Задачі дослідження - розробка динамічної та математичної моделі вертикальних і поздовжніх коливань поворотної платформи, отримання аналітичних залежностей амплітудно-частотних характеристик цих коливань.

Об'єкт дослідження – процес коливань поворотної платформи кар'єрного екскаватора.

Предмет дослідження – параметри зниження динамічних навантажень кар'єрного екскаватора.

Перспективними шляхами зниження резонансних коливань поворотної платформи є вибір раціональних параметрів робочого обладнання та пружнодемпфірувальні параметри його канатної підвіски.

Для досягнення мети потрібно розробити узагальнену математичну та динамічну модель вертикальних і поздовжніх коливань кар'єрного екскаватора. На підставі цих моделей визначаються дані про величини динамічних навантажень на елементи поворотної платформи, а саме аналітичні залежності амплітудно-частотних характеристик вертикальних і поздовжніх коливань поворотної платформи, що в подальшому дозволить зробити оптимальний вибір системи зниження динамічних навантажень поворотної платформи екскаватора за рахунок збільшення розсіювання енергії коливань пружнодемпфірувальними зв'язками робочого обладнання машини, наприклад, застосуванням канатів підвіски робочого обладнання з підвищеним динамічним коефіцієнтом розсіювання енергії.

Завдання подальших досліджень полягає в використанні отриманих результатів для зниження вібрацій на кар'єрних екскаваторах – прямих лопатах інших типорозмірів.

### Список літератури

1. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1980. – 401 с.
2. Солод В.И. Надежность горных машин / Солод В.И., Гетопанов В.Н., Шильберг И.Л. // М.: «Машиностроение», 1979. – 184 с.
3. Фролов К.В. Прикладная теория виброзащитных систем/ Фролов К.В., Фурман Ф.А. // М.: «Машиностроение», 1980. – 276 с.
4. Волков Д.П. Динамика электромеханических систем экскаваторов / Волков Д.П., Каминская Д.А. // М.: «Машиностроение», 1971. – 384 с.
5. Потураев В.Н. Вибрационная техника и технологии в энергоёмких производствах / Потураев В.Н., Франчук В.П., Надутый В.П. // Днепропетровск: НГА Украины, 2002. – 186 с.

## **СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ДВИГУНІВ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ ВЕЛИКОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ В МІСТІ КРИВОМУ РОЗІ**

У Криворізькому залізорудному басейні працює п'ять гірничо-збагачувальних комбінатів з відкритим способом видобутку руд, які експлуатують 338 кар'єрних самоскидів великої вантажопідйомності. В силових установках кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю до 130 т, застосовуються дизельні двигуни потужністю до 1194 кВт у сполученні з гідромеханічною передачею (ГМП). Всі комбінати мають у своєму розпорядженні сучасне ремонтне господарство, яке дозволяє ефективно обслуговувати й ремонтувати кар'єрні самоскиди відповідно до вимог, які висуває виробник техніки.

У той же час, капітальний ремонт двигунів силами самих гірничотранспортних цехів, не відрізняється високою якістю робіт. Так аналіз відмов двигуна на Інгудецькому гірничо-збагачувальному комбінаті показав, що середньоарифметичне значення пробігу нового двигуна до заміни становить 235,0 тис. км, після капітального ремонту - 181,1 тис. км. По всіх двигунах середній пробіг між замінами становить - 220,3 тис. км. Планові норми експлуатаційного пробігу двигуна на досліджуваному підприємстві становлять 250 тис.км для нових й 204 тис.км для агрегатів після капітального ремонту.

Відомо, що єдино ефективною формою відновлення працездатності агрегатів автомобіля, коли потрібно їхнє повне розбирання, є виконання капітального ремонтного обслуговування в умовах спеціалізованого ремонтного підприємства. Їй властиві всі ознаки сучасного індустріального ремонтного обслуговування. Розрахунки показують, що загальна програма капітальних ремонтів двигунів кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю 120-130т по всіх гірничо-збагачувальних комбінатах складає 50 одиниць на рік, що на місяць буде дорівнювати 4 двигунам. Термін ремонту одного двигуна буде складати 7,3 дні. Це дозволяє організувати спеціалізоване підприємство з капітального ремонту двигунів для всіх ГЗК з виробничою програмою достатньою для забезпечення беззбитковості його роботи.

Місце розташування майбутнього підприємства для виконання робіт з капітальних ремонтів двигунів кар'єрних самоскидів, визначене центром мас з наступним аналізом можливих місць розміщення на околицях знайденого центра ваги, що враховує наявність транспортних зв'язків та можливості забезпечити виконання таких робіт. В остаточному підсумку місце розташування майбутнього спеціалізованого підприємства для виконання робіт з капітальних ремонтів двигунів кар'єрних самоскидів було визначене в районі Центрального рудо-ремонтного заводу, що має у своєму розпорядженні вільні виробничі потужності, технологічне устаткування і кваліфіковані кадри, здатні виконувати такі роботи.

Розрахунки показують, що загальна вартість початкових інвестицій в проект з врахуванням витрат на будівельно-монтажні роботи, вартість обладнання та в оборотні кошти на фінансування перехідних запасів складає 6872,0 тис.грн. Собівартість капітального ремонту двигунів складає 13086,9 тис.грн. на рік, що в розрахунку на один двигун – 261,7 тис.грн. Період окупності початкових інвестицій складає 3,5 роки. Рівень беззбитковості виробництва - 23 одиниці, що забезпечить рівень фінансового ризику – 1,17, тобто при зниженні обсягу випуску продукції більше чим в 2 рази (на 117%), підприємство може опинитися в умовах ризику збиткової діяльності.

Доповідь присвячено обґрунтуванню теоретичних і методичних положень, а також організаційно-економічного механізму проектування процесів капітального ремонту двигунів кар'єрних самоскидів в умовах спеціалізованих підприємств.

### *Список літератури*

1. **ПОЛОЖЕННЯ** про технічне обслуговування, діагностування та ремонт кар'єрних самоскидів БелАЗ, м. Жодіно, 2013. – 26 с.
2. **Мариев П.Л.** Карьерный автотранспорт; состояние и перспективы / **П.Л. Мариев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов** // СПб.: Наука, 2004. — 429 с.
3. **Монастирський Ю.А.** Моделювання функціонування кар'єрних автосамоскидів / **Ю. А. Монастирський** // Качество минерального сырья: сб. научн. трудов. - Кривой Рог, 2011. - С. 420-424.

Д.Ю. КРАВЦОВА, канд. фіз.-мат. наук, асистент, В.П. НЕЧАСВ, канд. тех. наук, доцент, Криворізький національний університет

## ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ГАЛЬВАНІЧНИХ НАНОКОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ХРОМУ

Сьогодні успішно продовжують розвиватися технології створення наноконпозиційних гальванічних покриттів. Їх функції полягають у зміцненні й відновленні деталей машин. Наноконпозити різного хімічного складу мають специфічні особливості осадження, а покриття – різні фізико-хімічні властивості. У даному огляді розглянуто найновіші дослідження наноконпозиційних покриттів на основі Cr та  $Al_2O_3$ .

Автори роботи [1] описують властивості композитного покриття  $Cr_2O_3/Al_2O_3$ , що було утворене на нержавіючій сталі 321L шляхом електроосадження  $Al_2O_3$  як герметизуючого шару покриття  $Cr_2O_3$ . Результати [1] показали, що  $Al_2O_3$  повністю проникає у  $Cr_2O_3$  і значно знижує пористість наноконпозиційного покриття, заповнивши щілини і тріщини між зернами  $Cr_2O_3$ . Їх експериментальний зразок продемонстрував мікротвердість 219,4 HV, міцність зчеплення 46,5 МПа і відмінні властивості зупинення проникнення корозії і дейтерію. Автори [1] описують, що в якості анода використовувалася пластина з чистої Pt, а в якості катода використовувалася підкладка 321L, діаметром 29 мм і товщиною 0,5 мм. Ці два електроди були розміщені паралельно один одному і занурені в електролітичний розчин, що містить 220 г/л  $CrO_3$  і 2,2 г/л  $H_2SO_4$ . Відстань між електродами – 40 мм. Густина струму становила 0,3 А/см<sup>2</sup> протягом 80 хв при 72°C. Потім зразок піддавали тепловій обробці при 700°C протягом 4 годин на повітрі для перетворення Cr в  $Cr_2O_3$ . Далі зразок, покритий  $Cr_2O_3$ , діяв як катод, а відстань між електродами становила 15 мм. Електролітичне осадження проводили у розчині 0,1 моль/л  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$  при струмі 10 А/см<sup>2</sup> протягом 10 хв. Зразок висушували при 150°C протягом 20 хв. Ця процедура була повторена двічі. Нарешті, зразки нагрівали при різних температурах на повітрі протягом 1 год. У результаті найнижча пористість поверхні (1,98%) належала зразку, що оброблювався при температурі 750°C.

У роботі [2] описано властивості покриття Cr-C/ $Al_2O_3$  утвореного електроосадженням частинок  $Al_2O_3$  на матрицю Cr-C при струмі 10, 15, 20 і 25 А/дм<sup>2</sup> протягом 30 хв. Результат дослідження [2] показує, що на процентний вміст часток у наноконпозиті, який визначає показники твердості, корозійної стійкості та зносостійкості покриття, впливає концентрація  $Al_2O_3$  у ванні і густина струму. Максимальна концентрація частинок  $Al_2O_3$  у композиті (~21%), яка досягається при концентрації  $Al_2O_3$  у ванні 15 г/л і густині струму 20 А/дм<sup>2</sup>, значно підвищує твердість покриттів (~1075 HV), корозійну та зносостійкість, а також зменшує коефіцієнт тертя.

Цікавим рішенням було створення наноконпозитного покриття з функціонально-градуваною структурою Ni-Cr/ $Al_2O_3$  у роботі [3]. Його наносили шляхом послідовного зміни робочого циклу імпульсу від 45% до 80% у 7 кроків. Вміст Cr збільшували на 3%. Найбільший вміст наночастинок  $Al_2O_3$  був отриманий у верхньому шарі. Цей тип осадження зумовлює поступову зміну властивостей і знижує швидкість зносу на 39% порівняно з моношаровими покриттями.

Отже, різноманіття гальванічних наноконпозиційних покриттів на основі хрому забезпечує можливість налаштування згідно вимог виробництва основні фізико-механічні властивості захисних покриттів деталей машин. Такі покриття ефективні для зміцнення й відновлення деталей, що працюють в умовах інтенсивного зношування, а також, для підвищення жаростійкості, захисту від корозії в атмосферних умовах і агресивних середовищах, для подовження терміну служби вимірювального і ріжучого інструменту, штампів, прес-форм та ін.

### Список літератури

1. A dense  $Cr_2O_3/Al_2O_3$  composite ceramic coating prepared by electrodeposition and sealing with  $Al_2O_3$  / [J. Di, W. Liu, L. Xue and etc.]. // Coatings. – 2019. – №9(1). – P. 14.
2. Improve the mechanical properties and wear resistance of Cr-C thin films by adding  $Al_2O_3$  particles / [H. Sheu, M. Lin, S. Jian and etc.]. // Surface and Coatings Technology. – 2018. – №350. – P. 1036–1044.
3. Abedi T. Synthesis of a novel functionally graded coatings of Ni-Cr/ $Al_2O_3$  nanocomposite coating by pulse electrodeposition / T. Abedi, S. Asl. // Materials Research Express. – 2019. – №6. – P. 056403.

Д.Ю. КРАВЦОВА, канд. фіз.-мат. наук, асистент, С.С. ДУБРОВСЬКИЙ, к. т. н., доцент, А.О. РЯЗАНЦЕВ, к. т. н., доцент, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОКОМПОЗИТУ Al-cBN ЯК ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

У машинобудівній промисловості, робототехніці завжди є актуальним питання захисту деталей механізму від впливу навколишнього середовища та механічних пошкоджень. Тому неперервно тривають розробки нових матеріалів для універсальних захисних покриттів. Одним із перспективних композитів на металічній матриці є Al-cBN. Завдяки парамагнітності, високій корозійній стійкості, легкості та дешевизні алюмінію штучні матеріали на його основі недорогі у виробництві та зручні на практиці. Твердість кубічного BN забезпечує композитним матеріалам, у склад яких він входить, достатню механічну стійкість до механічних навантажень та пошкоджень.

У роботі [1] досліджено композити, що базуються на Al, та армовані сильними інтерфейсами  $AlB_2$ , AlN, BN, які виникали при додаванні BN. Автори вважають, що саме ці інтерфейси внесли найбільший вклад у міцність експериментального зразку. Суттєвим є дослідження [2] сплаву Al-5%Cu, що зміцнюють Si та N. Виявлено, що додавання  $Si_3N_4$  у сплав значно збільшує межу текучості.

В даному дослідженні метою є встановити розрахункову теоретичну твердість композиту [3], зробити оцінку хімічної інертності, визначити коефіцієнт тертя [4] поверхні композиту Al-cBN у нормальному стані та у деформованому, симулюючи процес тертя оброблених композитом деталей у вузлі механізму, побудувати криві повної енергії та деформації [3], що виникають у модельних об'єктах при різному механічному навантаженні.

Обчислювальний експеримент виконано на багатократно апробованому авторському програмному комплексі, який застосовує методи функціоналу електронної густини та псевдопотенціалу із перших принципів. Розрахункові атомні моделі матеріалу розроблені згідно вимог методики розрахунку та особливостей програмного забезпечення так, щоб адекватно відтворити структуру та склад досліджуваного 1D-наноматеріалу.

Захисне покриття – металічноматричний композит Al-cBN – змодельовано набором нескінченних у площині наноплівочок, що вкривають деталь механізму. Згідно з дослідженнями [1] при виготовленні композиту виникають фази  $AlB_2$ , AlN, які відтворені у атомних розрахункових моделях, а на рис. 1 а) та б) зображені схематично. На рис. 1 в) та г) зображено модельні плівки композиту Al-cBN, що складені із шарів Al, B, N.

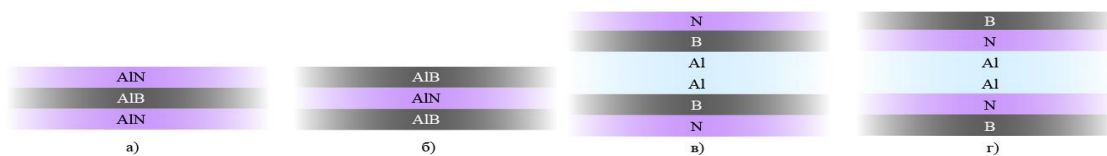


Рис. 1. Континуальні моделі наноплівочок на основі металічноматричного композиту Al-cBN

Дослідження виконано за підтримки Національного фонду досліджень України.

### Список літератури

1. Steinman A. E. Al-based composites reinforced with  $AlB_2$ , AlN and BN phases: Experimental and theoretical studies / A.E. Steinman, S. Corthay, K.L. Firestein, D.G. Kvashnin, A.M. Kovalskii, A.T. Matveev, D.V. Shtansky // *Materials & Design*, 2018. – №141. – P.88-98.
2. Lotfy A. Novel preparation of Al-5%Cu/BN and  $Si_3N_4$  composites with analyzing microstructure, thermal and mechanical properties / A. Lotfy, A. V. Pozdniakov, V. S. Zolotarevskiy, M. A. El-khair, A. Daoud, A. Mochugovskiy // *Materials Characterization*, 2018. – №136. – P.144-151.
3. Balabai R.M. Hardness of diamond-cBN nanocomposite/ R.M. Balabai, D.Yu. Kravtsova // *Diamond and Related Materials*. – 2018. – №82. – P.56-62.
4. Балабай Р. М. Трибологічні характеристики алмазоподібних вуглецевих плівок, покритих воднем або фтором: розрахунки ab initio / Р. М. Балабай, А. Г. Барилка, Д. Ю. Грицуля. // *Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Сталий розвиток промисловості та суспільства»*, Кривий Ріг, 22-25 жовтня 2014 р. – Кривий Ріг, 2014. – Т.2 – 292 с.

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ З ЕФЕКТИВНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ ІНСТРУМЕНТУ MASTERCAM**

На сьогоднішній день найбільш цікавим і перспективним напрямком механічної обробки є ВОР - високошвидкісна обробка різанням. ВОР базується на закономірності різкого зменшення сили різання при певній швидкості обробки. Діапазон цієї швидкості суворо індивідуальний і не є постійним. Тому для впевненої обробки в режимі ВОР система ЧПК повинна так вибудувати траєкторію обробки, щоб при будь-якій зміні умов різання відносні швидкості руху фрези і заготовки не виходили за межі області ВОР.

Досягнення цього немислимо без ряду умов. По-перше, система ЧПК повинна бути досить продуктивною, здатною заздалегідь прораховувати траєкторію інструмента, уникаючи різких змін напрямку і необхідного для цього розгону/гальмування порталу (що загрожує значними динамічними навантаженнями на верстат в цілому). По-друге, верстат повинен мати підвищену жорсткість, а його виконавчі елементи достатнім запасом по швидкодії. Слід зазначити, що конструкція сучасних верстатів з ЧПК, навіть порівняно доступної ціни, як правило, здатна підтримувати ВОР без особливих проблем. І по-третє, програма обробки повинна бути створена в CAD/CAM системі. Однією з таких програм є продукт Mastercam, який містить CAD/CAM-технології для всіх видів програмування - від простих до дуже складних.

Технологія динамічних траєкторій Mastercam - підхід до створення траєкторій інструментів, від фрезерування до точіння. Щоб забезпечити максимально плавне і ефективне переміщення інструменту під час різання, алгоритм динамічних траєкторій розраховує більше, ніж просто шлях інструменту.

При розрахунку також використовується набір правил для аналізу процесів врізання інструменту і видалення матеріалу, а також постійно мінливого напрямку різання - з урахуванням реальних рухів частин верстата в кожній позиції по мірі руху інструменту. В результаті істотно зменшується час обробки, знос інструменту і самих верстатів, рідше відбувається поломка інструменту [1].

За рахунок різкого скорочення різання повітря і максимізації надійного знімання матеріалу, динамічні траєкторії можуть зменшити час обробки на 25-75%. Наприклад, траєкторії можна використовувати для ведення обробки всієї довжиною ріжучої частини фрези, що значно зменшує кількість проходів по глибині. Звичайні траєкторії, як правило, використовують тільки кінець робочої частини фрези, що викликає її нерівномірний знос. Динамічна траєкторія Mastercam може задіяти всю робочу частину інструменту. Як результат - більш рівномірний знос і теплорозподілення по інструменту. Також заточувати і замінювати інструмент доведеться рідше, що прискорює роботу і заощаджує гроші.

Динамічні траєкторії забезпечують рівномірне знімання матеріалу, що зменшує вібрацію і покращує відведення тепла від деталі і інструменту разом зі стружкою. Такий режим роботи більш сприятливий для інструментів, верстатів і деталей. Плавні переміщення без різких змін напрямку знижують динамічні навантаження, що викликають втрати точності і вимагають частого обслуговування верстатів.

Чорнова обробка твердих матеріалів (наприклад, кобальту, титану та ін.) Може стати проблемою для багатьох виробництв. Динамічні траєкторії CAD/CAM системи Mastercam полегшують таку обробку за рахунок того, що забезпечується рівномірний розподіл тепла і навантаження різання. Це запобігає такому ефекту, як зміцнення поверхні матеріалу при нагріванні і зменшує ризик поломки інструменту. Тому результат обробки буде більш передбачуваним і якісним.

Отже, при використанні технології динамічної обробки інструменту Mastercam підвищується ефективність і значно зменшується час обробки практично на будь-якому верстаті.

### *Список літератури*

1. Електронний ресурс. Посилання: [http://mastercam-russia.ru/txt\\_doc\\_226.html](http://mastercam-russia.ru/txt_doc_226.html).

О.Р. ІВАНОВА, студентка, О.В. БОНДАР, канд. тех. наук, доцент,  
Криворізький національний університет

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В МАШИНОБУДУВАННІ: СИСТЕМА ГЕММА-3D**

Стратегією економічного й соціального розвитку України передбачено, що пріоритетом державної політики на сучасному етапі є структурна перебудова промисловості, перехід до інноваційної моделі економічного росту. Тому необхідно приділити найбільшу увагу підприємствам машинобудівної галузі, оскільки саме ця галузь економіки вважається певним «локомотивом», успішна діяльність якого визначає ефективне функціонування супутніх йому комплексів та галузей. Зазначимо, що від рівня розвитку машинобудування залежить промисловий потенціал держави, її конкурентоспроможність на зовнішніх ринках, рівень соціального розвитку держави. Таким чином, упровадження інноваційних процесів є важливим чинником розвитку.

Незважаючи на існуючі дослідження проблем інноваційної діяльності, недостатньо дослідженими залишаються питання щодо розвитку та впровадження інноваційних процесів саме в машинобудівній галузі. Метою роботи є обґрунтування необхідності впровадження інноваційних процесів в машинобудівній галузі та аналіз причин перешкоджаючих впровадженню інноваційних процесів у машинобудуванні.

Система ГеММа-3D призначена для розробки керуючих програм при виготовленні деталей високої складності на всіх типах верстатів з ЧПК. ГеММа-3D складається з декількох модулів, що забезпечують в сукупності повний сервіс для роботи технолога-програміста або оператора верстата з ЧПК. Система дозволяє створювати програми обробки найбільш складних деталей, що виготовляються за допомогою фрезерування, свердління, електроерозійного різання, вирубки, токарного оброблення, гравірування. До складу системи входить бібліотека постпроцесорів в початкових текстах.

Серед можливостей системи виділимо наступні: пряма робота з геометричними даними КОМПАС-3D без ручної конвертації в проміжні формати, в тому числі у випадках, коли система КОМПАС-3D не встановлена на ПК; доробка геометрії відповідно до конкретного інструмента, що застосовується на обладнанні з ЧПК; підготовка керуючих програм з використанням будь-яких видів геометричних даних, плоских ескізів, креслень і поверхонь; завдання контурної або поверхневої заготовки довільної форми і порівняння результату обробки з математичною моделлю для оцінки точності виготовлення; параметричне завдання технологічних даних як в переходах, так і між переходами; використання верстатних циклів з їх налаштуванням на будь-які системи ЧПК; підготовка технологічних ескізів і технологічних карт; візуалізація обробки і можливість редагування керуючих програм.

На першому етапі створення деталі здійснюється проектування твердотільної моделі в середовищі КОМПАС-3D. Потім модель експортується через формат IGES в систему ГеММа-3D. Необхідно відзначити, що в Компас передбачена можливість експортувати модель в форматі IGES у вигляді твердого тіла. Це значно спрощує підготовку до створення керуючих програм, так як при цьому модель в системі ГеММа-3D є одночасно у вигляді готової оболонки. Далі проводиться технологічна підготовка створення керуючої програми для верстата з ЧПК. Вона включає в себе створення проходів, вибір стратегії обробки, інструменту та ін.. При цьому програма дозволяє реалізувати будь-які задуми технолога. В системі дуже зручно реалізований контроль над стратегією обробки. На кожному етапі створення керуючої програми можна наочно спостерігати за рухом інструменту, причому в різних варіантах: у вигляді проходів; шляхом візуалізації обробки вбудованим макросом і зовнішньої програмою; переглядом переміщень інструменту в редакторі АРТ-програм. Використовувана методика і програмне забезпечення дозволяють повністю провести коригування подач.

Отже, реалізація впровадження інноваційних процесів включає, активне використання людського та науково-технічного потенціалу, створення конкурентного середовища, вимагає вдосконалення система корпоративного управління підприємств, та всього виробництва в цілому.



О.О. СОЛОДУН, студентка, О.В. БОНДАР, канд. тех. наук, доцент,  
Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ESPRIT ДЛЯ ВИРІШЕННЯ СКЛАДНИХ ЗАДАЧ

Сьогодення висуває жорсткі умови до виробництва: випуск продукції на ринок з мінімальною собівартістю та за короткий термін. Виконання поставлених умов можливе лише при використанні сучасних засобів автоматизованого проектування, наприклад, таких як ESPRIT- потужної, повнофункціональної САМ-системи для програмування, оптимізації і симуляції обробки на верстатах з ЧПУ, яка повністю підтримує виробничий процес в цілому, починаючи від САД-файлу і закінчуючи готовою деталлю. Сертифіковані постпроцесори забезпечують отримання оптимального G-коду, а програмний інтерфейс програми відкриває широкі можливості для автоматизації праці технолога-програміста. Найвищий рівень технічної підтримки дозволяє освоїти систему швидко і використовувати її в різних галузях промисловості. САМ-система ESPRIT ідеально підходить для таких видів обробки: - фрезерування 2-5-осьовий ; - точіння 2-2,5-осьовий (в тому числі на автоматах подовжного точіння); - електроерозія; - багатозадачна токарно-фрезерна обробка, верстати з віссю Y; - високошвидкісна обробка для токарних (ProfitTurning) і фрезерних (ProfitMilling) операцій.

ESPRIT вирішує унікальні завдання з індивідуально адаптованими рішеннями для автоматизації та додатками, створеними з використанням програмного забезпечення API. Скористайтеся можливостями ESPRIT через API, щоб усунути повторювані завдання, забезпечити більш високий ступінь автоматизації і полегшити потік даних в САМ систему і з неї.

Наступна задача, це максимальне використання верстата для складних деталей і особливих вимог обробки. ESPRIT SolidMill для програмування фрезерної обробки 2-х - 5-ти осей. ESPRIT пропонує цикли обробки для традиційних 2.5 осей і виробничого різання 3 + 2, а також програмування для високошвидкісної одночасної 3-, 4- і 5-осьової траєкторії вільної форми, що дає необхідну потужність програмування і легкість використання. ESPRIT SolidTurn для програмування токарної обробки 2-х – 2,5 осей. SolidTurn пропонує повний набір циклів для торцевої, чорнової токарної обробки, а також для обробки канавок і отворів. Об'єднавши цикли обробки SolidMill і SolidTurn з обробкою заготовок, можна скористатися перевагами многозадачного верстата і легко виконувати одночасно фрезерні та токарні операції на передній і задній частинах деталі в одній установці.

Також, вирішується задача адаптивного циклу обробки. Високопродуктивні цикли, в тому числі ProfitMilling для 2-х-5-ти осьової високошвидкісної чорнової обробки і ProfitTurning для токарної та торцевої обробки, а також для обробки канавок дозволяють скоротити час циклу і збільшити термін служби інструменту за рахунок контролю навантаження інструменту і оптимізації швидкості різання. Адаптуючи зміни в налаштування і процеси, ESPRIT динамічно оптимізує траєкторії інструменту на основі стану заготовки, виключаючи холості ходу і мінімізуючи перепозиціонування, тим самим оптимізуючи час циклу. Використовуючи цифрове представлення верстата, ESPRIT автоматично управляє прискореними рухами між проходами. Лінійне і поворотне положення між операціями різання, зміна інструменту і обробка деталей виконуються безпечно і ефективно.

Отже, використання програмного забезпечення ESPRIT дозволяє значно спростити процес програмування обробки, збільшити точність виготовлення деталей, зменшити довжину і складність G-коду. База даних знань ESPRIT пропонує універсальні EDM-цикли, які підтримують будь-яку кількість прямих або похилих, чорнових або чистових проходів і можуть обробляти будь-які профілі, форми, матриці, порожнини, оптимізуючи шляху руху інструменту.

### Список літератури

1. [Електронний ресурс] / Аскон - Режим доступу до сайту: <https://ascon.ru/products/1187/review/>
2. [Електронний ресурс] / TwisT - Режим доступу до сайту: [http://twist.dp.ua/stati-i-publikacii/cam\\_esprit/](http://twist.dp.ua/stati-i-publikacii/cam_esprit/)
3. [Електронний ресурс] / CAD/CAM/CALS-ТЕХНОЛОГІЙ - Режим доступу до сайту: <http://www.informdom.com/metalloobrabotka/2013/6/esprit-luchshii-programmnyi-instrument-dlya-proizvodstva-opyt-raboty-v-ukraine-i-rossii.html>.

**ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСЦЕНТРИСИТЕТУ НА РОБОЧІ ОРГАНИ РОТОРНОЇ  
МАШИНИ ЗА РАХУНОК ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ**

В даний час однією з найважливіших задач сучасного машинобудування залишається проблема зміщення осі обертання ротора від осі підшипника ковзання, так званий ексцентриситет  $\varepsilon$ , який виникає при русі роторних машин під дією динамічних сил. Під час роботи машин, ланки їх механізмів рухаються з прискоренням, в результаті чого виникають динамічні сили (сили інерції), які викликають великі, часом дуже суттєві, навантаження та створюють додаткові напруження у таких кінематичних парах, як ротор та підшипник ковзання, а також збільшують тертя і знос їх елементів. Вказані фактори значною мірою впливають на надійну роботу роторної машини, зменшуючи її експлуатаційний термін.

В основному, всі виникаючі в процесі експлуатації проблеми стану підшипників ковзання можуть бути об'єднані в три групи. Це проблеми стану робочих поверхонь підшипника, проблеми величини зазору між жолобником ротора та антифрикційним вкладишем, а також проблеми несучої здатності шару мастила.

Умови створення несучого мастильного шару в підшипнику аналогічні гідродинамічним процесам. Коли зазор підшипника заповнений мастилом, а до валу прикладена сила  $P$ , то вал зміщується з центрального положення і утворює ексцентриситет  $\varepsilon$  між валом і отвором і, тим самим, клиновий зазор. При обертанні валу прилипає до нього мастило буде захоплюватися в клиновий зазор, стискатися у вузькому горлі зазору і створювати підйомну силу, яка утримує вал від контакту з підшипником.

Несуча здатність мастильного клину підшипника ковзання, його основний експлуатаційний параметр стану, є складною нелінійною функцією від величини зазору між валом і антифрикційним вкладишем. Чим тонкіше шар мастила, тим вища несуча здатність підшипника. З іншого боку зниження шару мастила знижує стійкість підшипника до динамічних навантажень, стає вищою ймовірність механічного торкання валу щодо вкладиша.

Товщина клину є найбільшою в місці входу робочої поверхні обертового валу в несучу зону підшипника і мінімальна на виході з неї. Чим більше навантаження на підшипник, тим тонше ставатиме шар мастила, який несе радіальне навантаження.

При зміні навантаження на підшипник положення центру валу буде зміщуватися щодо центру підшипника, буде змінюватися робочий зазор в підшипнику. При зміні навантаження на підшипники від нуля до гранично допустимого, центр ротора опише лінію навантаження підшипника. Траєкторія його руху в підшипнику наближено дуга окружності.

Траєкторія руху валу в підшипниках є фактично встановленою, але досі не пропонується спосіб зменшення величини ексцентриситету, що суттєво впливає на стабілізацію положення осі валу в опорах ковзання. Виникає необхідність модернізувати підшипник кочення, змінюючи кривизну його опорної поверхні. Змінена лінія навантаження підшипника за рахунок змінення кривизни поверхні опори ковзання, яка в повній мірі приводить до зменшення ексцентриситету, позитивно позначається на зниженні мастильних вібрацій.

В інших випадках зменшення частоти вібрації мастильного клину говорить про збільшення зазорів в підшипнику. Зазори в підшипниках ковзання завжди ретельно контролюються з усіх боків ротора, оскільки всі вони, а не тільки нижня частина вкладиша, в тій чи іншій мірі беруть участь в роботі. Зазор у верхній частині підшипника також дуже важливий для стабілізації положення ротора в зазорі підшипника.

Отже, для зменшення величини ексцентриситету  $\varepsilon$  пропонується змінити кривизну траєкторії переміщення центру обертання ротора, при зміні навантаження на підшипник, за рахунок зміни кривизни опорної поверхні підшипника у місці виникнення клинового зазору. Таким чином зміститься положення клинового зазору, що забезпечить як «підйом» ротора, так і його шлях по новій зміщеній траєкторії, тому ексцентриситет дорівнюватиме мінімальному значенню.

М.В. КІЯНОВСЬКИЙ, д-р тех. наук, професор, О.Р. ІВАНОВА, магістрант,  
Криворізький національний університет

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ КОНТРОЛЮ СИЛОВИМІРЮВАННЯ В КОНСТРУКЦІЯХ ТЕНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНИХ СИЛ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК ПРИ ЇХ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ**

Задача інструментального контролю параметрів закріплення заготовок при їх механічній обробці одна з найважливіших питань в машинобудуванні. Відсутність інструментального контролю параметрів закріплення заготовок при їх механічній обробці приводить до негативних явищ закріплення, а саме: похибки закріплення, пошкоджень поверхні, до яких прикладені сили закріплення та можливі пружні деформації заготовки.

При недостатньому закріпленні заготовки можливий її зрив під дією сил різання, і як наслідок пошкодження заготовки, інструмента та верстатного пристосування. Надмірне закріплення заготовки приводить до пошкодження її поверхонь.

При відсутності контролю параметрів закріплення формоутворення заготовок супроводжується дефектами конструктивних елементів, що утворюють неявно виражені технологічні бази, що викликають високу трудомісткість і помилки допоміжних операцій технологічного базування заготовок в засобах технологічного оснащення, і як наслідок, брак виготовлення деталей.

Затиск не повинен викликати деформації заготовок або псування (зминання) їх поверхонь, що закріплюються в пристосуванні. Сила затиску повинна бути мінімально необхідною, але достатньою для забезпечення надійного положення заготовки щодо настановних елементів пристосувань в процесі обробки.

Залежно від джерела сили, необхідної для затиску деталі, затискні пристрої поділяються на ручні, механізовані і автоматизовані.

Ручні затискні пристрої пускає в хід безпосередньо робочий за рахунок мускульної сили.

Конструкції з ручним затиском є найбільш ненадійними. При використанні такого оснащення сила затиску контролюється звичайним динамометром. Недоліком динамометра є тертя в шарнірі, яке призводить до зростання варіації показань і відповідно до зниження точності вимірювання сили.

Механізовані затискні пристрої працюють від пневматичного, гідравлічного або іншого приводу. Автоматизовані пристрої переміщуються від рухомих вузлів верстата, шпинделя, супорта або патронів з кулачками, на які діють відцентрові сили обертових вантажів патрона.

При цьому затиск і розжим деталі здійснюються без участі робітника. Сила затиску заготовки в таких механізмах контролюється безпосередньо на верстаті датчиком, який визначає тиск, що створюється в механізмі для приведення його в дію.

При аналізі існуючих методів та засобів контролю силоимірювання в конструкціях технологічного оснащення було зроблено висновок, що на сьогоднішній день не існує приладу, що в повній мірі контролював би силу затиску заготовки.

Дане питання потребує нових теоретичних і експериментальних досліджень при створенні принципово нових конструкцій затискних механізмів, які зможуть контролювати параметри закріплення заготовок і не допускати негативних явищ закріплення.

### *Список літератури*

1. Верстатні пристосування: Довідник. У 2-х т. Т.1 [під ред. **Б.М. Вардашкіна, А.А. Шатілова**]. М.: Машинобудування, 1984. – 592 с.
2. **Кузнецов Ю.І.** Основи інженерного проектування оснащення для гнучких виробничих систем: Конструювання і розрахунок. Навчальний посібник. М.: ВНИИТЕМП, 1986. 71 с.
3. ГОСТ 3.1107-81. ЕСТД. Опори, затискачі та установчі пристрої. Графічні зображення. М.: Видавництво стандартів, 1982. 9 с.
4. **Кургузов Ю.І., Колбасов М.О.** особливості розрахунку сили затиску заготовок в трикулачкових патронах з урахуванням згинальних навантажень // Високі технології в машинобудуванні: матеріали Всерос. наук.-техн. інтернет-конф. Самара: Самар. держ. тех. ун-т, 2014. С. 49 – 51

О.Н. ХМЕЛЬНИЦКИЙ, студент, Е.В. БОНДАРЬ, канд. тех. наук, доцент,  
Н.В. КИЯНОВСКИЙ, д-р тех. наук, профессор, Криворожский национальный университет

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИН ПУТЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛИЗА АЭРО-ГИДРОДИНАМИКИ**

Развитие систем автоматизации проектирования (САПР) и систем инженерного анализа (СИА), реализующих численные методы решения уравнений движения вязкой жидкости, открыло новое направление в подходах к изучению задач гидродинамики. Долгое время, это направление не ассоциировалось с возможностью получения практических результатов как из-за математических сложностей, так и по причине недостаточной производительности компьютеров. Сегодня эта проблема решается, но лишь за счет применения ведущих СИА, число которых на мировом рынке невелико. Одним из ярких представителей СИА на сегодняшний день является FlowVision. СИА FlowVision в свое время была выбрана в качестве составляющей автоматизированной схемы создания качественных проектов судо-, авио- и машиностроения.

Базовыми в пакете прикладных программ Flow Vision являются уравнения Навье – Стокса. Для замыкания этих уравнений в зависимости от конкретной задачи могут использоваться дополнительные соотношения, описывающие изменение плотности, турбулентный перенос и т. п. Наборы таких соотношений называются моделями. В Flow Vision наиболее полно используются следующие модели: приближение Буссинеска (малые изменения плотности) для описания ламинарного течения вязкой жидкости при малых числах Рейнольдса; k-ε модель турбулентного течения вязкой жидкости с небольшими изменениями плотности при больших числах Рейнольдса; модель слабосжимаемой жидкости (в терминологии Flow Vision), которая позволяет рассчитывать стационарное дозвуковое течение газа при любых изменениях плотности; модель полностью сжимаемой жидкости (в терминологии Flow Vision): стационарное и нестационарное течение при любых числах Маха (до-, транс-, сверх- и гиперзвуковые течения). Пакет прикладных программ Flow Vision допускает также использование модели теплопереноса в твердом теле, сопрягаемой с переносом тепла и вещества в жидкости (газе).

Для численного решения базовых уравнений в Flow Vision используется метод, основанный на консервативных схемах расчета нестационарных уравнений в частных производных, которые по сравнению с неконсервативными схемами дают решения, точно удовлетворяющие законам сохранения (в частности, уравнению неразрывности). По желанию пользователя для решения возникающей системы линейных алгебраических уравнений может использоваться как неявный (более надежный), так и явный (быстрее работающий, но расходящийся при больших шагах по времени) вариант итерационного процесса. Метод базируется на эйлеровом подходе к описанию движения жидкости, суть которого состоит в том, что различные скалярные и векторные величины рассматриваются как функции переменных Эйлера во времени и координат точки в неподвижной системе координат.

В Flow Vision численное интегрирование уравнений по пространственным координатам проводится с использованием прямоугольной адаптивной локально измельченной сетки. Такой подход обеспечивает, с одной стороны, использование простой равномерной неадаптивной сетки при решении задач с относительно несложной геометрией. С другой стороны, появляется возможность при решении задач со сложной геометрией проводить адаптацию (подстройку) сетки к особенностям геометрии вблизи границ, а при решении задач с разрывными течениями – адаптацию по значениям искомых функций, их градиентов и др. Так, например, получение полной картины потока, обтекающего корпус, на ранних стадиях его проектирования машины позволяет качественно решать задачи оптимизации его формы и конфигурации выступающих частей; изучения условий работы движителей различных устройств; нахождения характеристик ходовой посадки; определения мощности энергетической установки и т.д.

Таким образом, можно сделать вывод, что при тщательно разработанной методологии, основные задачи проектирования можно решать с помощью реализованных в мощном комплексе гидродинамического анализа численных методов, точность которых можно считать вполне удовлетворительной для практических целей.

**НОВИЙ ПІДХІД ФОРМУВАННЯ ФАХІВЦЯ З «ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ»**

Сучасна концепція модернізації освіти висуває необхідність компетентнісного підходу, який передбачає розвиток ключових компетенцій у студентів, необхідних для успішної професійної діяльності. Такий підхід до підготовки кадрів з вищою освітою висуває на перше місце не інформованість студента, а вміння застосовувати випускником знання, вміння та навички при вирішенні проблем в конкретній професійній діяльності – у машинобудуванні, прикладній механіці та детально засвоювати, здобувати.

Аналіз досвіду освітніх систем багатьох зарубіжних країн засвідчив, що одним зі шляхів оновлення змісту освіти й освітніх технологій, узгодження їх із сучасними потребами, інтеграції до світового освітнього простору є орієнтація фахової підготовки на компетентнісний підхід та створення ефективних механізмів його запровадження. Таким чином, особливу значущість для професійного успіху набувають особистісні якості та компетентність фахівця. Вимоги до результату вищої освіти формуються категоріями «компетенції», «компетентність».

Реалізація компетентнісного підходу при викладанні дисциплін кафедри для фахівців прикладної механіки враховує наступні основні умови: забезпечення неперервності формування компетентностей завдяки існуванню вертикальних та горизонтальних зв'язків між дисциплінами та елементами курсів впродовж усього періоду навчання та максимальна наближеність завдань і питань з дисциплін кафедри до практичної сфери компетентності роботи інженера-механіка, конструктора, технолога тощо.

Стосовно засобів реалізації компетентнісного підходу при вивченні навчальних дисциплін кафедри, на нашу думку, доцільним є моделювання виробничих (експлуатаційних) умов роботи машин та механізмів, технічного обслуговування, ремонту та відновленню обладнання, машин та механізмів.

Для продовження становлення та удосконалення компетентнісного підходу при вивченні дисциплін кафедри продовжується розробка і виготовлення лабораторного обладнання для виконання лабораторних робіт з усіх напрямків навчальної роботи кафедри.

Ефективна організація самостійної роботи створює умови для підвищення рівнів навчальних досягнень студентів, розвитку професійно-значимих якостей особистості, творчих здібностей, самостійності та активності, тим самим сприяючи становленню та розвитку професійної компетентності майбутнього фахівця.

Чим вище рівень самостійності пізнавальної діяльності студента, тим вища його здатність до подальшого професійного зростання, а відповідно й конкурентна спроможність його на ринку праці. Впровадження мережевих технологій навчання є одним із способів підвищення результативності управління самостійною роботою студентів як очної так і заочної форм навчання, що дозволяє оптимізувати процес вивчення фундаментальних дисциплін загалом, дисциплін кафедри зокрема, створює сприятливі умови для здійснення всіх етапів пізнавальної діяльності.

Використовуючи навчально-методичні комплекси на базі MOODLE у своїй педагогічній діяльності, викладач контролює час роботи студентів над матеріалами курсу. Контролюючи результати роботи студентів, викладач має змогу стимулювати неактивних учасників курсу, виявити слабкі місця кожного студента індивідуально, вчасно надати педагогічну підтримку тощо. Працюючи у системі, студенти отримують всю необхідну методичну допомогу, мають можливість самостійно розраховувати власні сили та час для підготовки до занять. А викладач у той самий час може контролювати їх зусилля.

Таким чином, необхідне більш поширене та повне впровадження компетентнісного підходу в навчальний процес вивчення дисциплін з підготовки інженера-механіка, який відбувається згідно навчального плану. Комплексне створення навчально-методичних матеріалів з компетентнісним підходом з дисциплін кафедри та загально-інженерної підготовки, що будуть сприяти активізації пізнавальної діяльності студентів, так як спрямовують їх на засвоєння знань і вмінь, які мають прикладне значення для формування відповідних фахових компетентностей.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В современных условиях развития рыночной экономики потребитель требует высокое качество продукции, а производитель стремится уменьшить затраты на изготовления этой продукции. Для решения этих задач возникает необходимость поиска новых технологических решений. В конструкциях деталей машин встречаются поверхности со сложными профилями – зубчатые эвольвентные поверхностями. Качество и эффективность изготовления и сборки деталей машин и механизмов с этими сложными профилями, 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 методов и создания новых перспективных методов обработки и конструкций режущих инструментов и оснастки. В современных условиях развития машиностроительной продукции требования к цилиндрическим зубчатым передачам по точности изготовления, модификации формы зуба, надежности их эксплуатации постоянно повышаются. В связи с этим возникает необходимость поиска новых технологических решений, обеспечивающих эффективную обработку цилиндрических зубчатых передач с использованием современного станочного оборудования и инструмента.

Доминирующими методами обработки наружных и внутренних эвольвентных пазов являются технологические методы: протягивание и долбление. 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 жесткость применяемого оборудования. В реальных условиях многие предприятия, учитывают сложность и дороговизну изготовления протяжек и долбяков, поэтому 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 и обрабатывающих центрах, позволяет решить эти проблемы путем разработки державки для прошивки (долбления) и съемной насадки или комплекта съемных насадок, форма режущей части которых должна соответствовать обрабатываемому профилю детали. Точное положение инструмента по отношению к внутреннему отверстию для прошивания или наружной обрабатываемой поверхности достигается, используя все операционные функции ЧПУ. Повысить качество обработки этих сложных поверхностей и снизить материальные затраты на машиностроительных предприятиях Кривбасса на сегодня очень актуально. На кафедре технологии машиностроения ведутся проектные задачи по разработке конструкторских решений инструментальной оснастки и режущих инструментов, которые связаны с обработкой сложных эвольвентных поверхностей и повышения их качества. Предложенный метод обработки поверхностей требует дальнейших проектных и технологических исследований и внедрений.

### *Список литературы*

1. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски: ГОСТ 1643-81 – М. : Гос. комитет СССР по стандартам, 1981. – 75 с.
2. 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.
3. **Якухин В.Г.** Высокотехнологические методы обработки металлов: Учебное пособие / Под ред.д.т.н., проф. О.В.Татарина. – М.: МГИУ, 2008.- 297с.
4. **Болотовский И.А.** Справочник по геометрическому расчету эвольвентных зубчатых и червячных передач / И.А. Болотовский. – М. : Машиностроение, 1986. – 448 с.
5. **Басов Е.В.** Кинематика формообразования эвольвентной и трохoidalной поверхностей при высокоскоростном концевом фрезеровании. / Е.В.Басов. – ISSN 1607 – 6885 Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні № 2. 2011. – 132 – 137.

**УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ ТА ПРОЦЕСАМИ В СЕРЕДОВИЩІ  
PLANT SIMULATION**

Щоб конкурувати на ринку праці, який стає все більш глобальним з кожним днем, дипломовані інженери повинні використовувати більше технологічних інструментів, доступних в даний час, щоб бути більш продуктивними. На кафедрі "Технології машинобудування" підготовка магістерських випускних робіт передбачає комп'ютерний аналіз спроектованого технологічного процесу, а також вибір та використання сучасної PLM-платформи, яка надає найбільш універсальний набір рішень для технологічної підготовки виробництва. На сьогодні важливим аспектом ефективного керування великими промисловими підприємствами, є забезпечення оптимальних показників не тільки підприємства у цілому, а й його основних і допоміжних структурних підрозділів. Одержання розв'язку даного завдання потребує представлення об'єкта керування як організаційно-технічної системи. При формуванні керування системами такого виду необхідно враховувати не тільки показники основних і допоміжних технологічних процесів, а й процеси організаційної взаємодії – логістикою.

Тому для керування та моніторингу ресурсів та завантаження обладнання був створений програмний продукт Plant Simulation сімейства програмних продуктів для автоматизації вирішення завдань в області підготовки та оптимізації виробництва Tecnomatix від компанії Siemens PLM Software. Plant Simulation – програмне середовище імітаційного моделювання систем і процесів. За допомогою імітаційного моделювання заводу можна створювати моделі виробничих або логістичних систем, включаючи складні стратегії управління, аналізувати характеристики системи, виявляти потенційні уразливості та оптимізувати продуктивність. Моделювання заводу дає можливість користувачам створювати об'єктно-орієнтовані ієрархічні моделі заводів, включаючи бізнес, логістику та виробничі процеси. Користувач може виконувати експерименти на основі моделі та відтворювати різні сценарії подій або рослин. Таким чином, система може бути перевірена під час експлуатації або вже в контексті попереднього планування за допомогою різних інструментів аналізу, статистики та діаграм і відповідно модифікована, за рахунок чого зберігаються час і витрати. Plant Simulation має наступні модельні бібліотеки стандартних об'єктів, в якій є кілька основних розділів:

- Material Flow – об'єкти, призначені для обробки рухомих об'єктів. Наприклад: Source (джерело деталей), SingleProc (одиночна операція), Buffer (накопичувач), Line (конвеєр);
- Movable Units – рухомі об'єкти: Entity (деталь), Container (тара), Transporter (самохідний транспорт);
- Information Flow – об'єкти для інформаційного забезпечення моделі (змінні, таблиці, генератори подій, інтерфейси обміну даними, методи для обробки подій);
- User Interface – об'єкти для представлення даних (графіки, діаграми);
- Fluids – об'єкти для моделювання трубопроводів і потоків рідин;

Таким чином можна створювати призначені для користувача бібліотеки об'єктів і ієрархічні моделі. При моделюванні, рухомі об'єкти переміщуються по створеній структурі, генеруючи події в моменти часу, які визначаються параметрами об'єктів. Зокрема, при вході на об'єкт і на його виході. За результатами моделювання автоматично збирається статистика - продуктивність за проміжок часу, час використання обладнання, ступінь заповнення накопичувачів, будь-які інші показники. У реальному машинобудівному виробництві переваги імітаційного моделювання в середовищі Tecnomatix Plant Simulation незаперечні і очевидні. Якщо ж говорити про навчальний процес, то кожному студенту надається можливість на етапі підготовки випускної кваліфікаційної роботи по-новому поглянути на свою роботу: проаналізувати і звести в єдину модель всі технічні рішення, зроблені традиційно порізно, оцінити якість проектування виробничої системи.

*Список літератури*

1. Офіційний сайт компанії Siemens PLM Software. [www.plm.automation.siemens.com](http://www.plm.automation.siemens.com)
2. Siemens AG. Tecnomatix Plant Simulation Worldwide User Conference 2014. Plant Simulation 3D Tutorial. – 2014. – 18 с.

**БАРАБАНИ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ З ЕФЕКТОМ САМОЦЕНТРУВАННЯ СТРІЧКИ**

Стрічкові конвеєри є найбільш поширеним типом транспортуючих машин безперервної дії в усіх галузях промисловості. Вони, як правило, є не тільки невід'ємною частиною технологічного процесу, а й визначають його темп, ритмічність, істотний але впливають на організацію всього виробництва.

Машини безперервного транспорту повинні відповідати критеріям довговічності, надійності і економічності в експлуатації, мінімальних витрат матеріалів і праці при виготовленні. Стрічкові конвеєри в сучасному виробництві мають широке застосування і повинні відповідати вимогам підвищення надійності протягом усього експлуатаційного періоду. Однак, як свідчить досвід проектування і експлуатації, одним з негативних факторів є незадовільна стійкість стрічки за поздовжньою віссю конвеєра в процесі роботи в наслідок бокового сходу, що, в свою чергу, знижує її експлуатаційний термін служби.

На положення стрічки на поверхні барабана транспортної установки може впливати ряд факторів, до яких можна віднести наступні: неточність виготовлення і установки приводного барабана, серповидність стрічки, нерівномірність навантаження, поперечні коливання, реверсивний характер руху та ін. Місцями найбільш вірогідного сходу стрічки є приводний і натягуючий барабани.

Найрозповсюдженішим є барабан циліндричної форми, на якому для усунення зміщення стрічки необхідні додаткові елементи, що забезпечують центрування руху стрічки. Такими елементами є центруючі роликоопори, які компенсують можливе сповзання стрічки з барабана через похибки при монтажі ставу і приводного барабана. Однак, в загальному випадку вони мають просторове запізнення. При бічному сході стрічки центруюча сила з'являється не відразу, а з затримкою на певну величину, яка визначається конструктивними параметрами роликоопори, що не забезпечує надійне та вчасне центрування. Додатково на процес центрування стрічки на барабані впливає її жорсткість, підвищує вимоги на точність установки барабанів. Особливо це відноситься до гумотросових стрічок, що мають більшу жорсткість, ніж гумовотканинні.

Циліндрично-конічний (бочкоподібний) і біконічний барабани зустрічаються рідше. При одних і тих же кутах перекошу барабанів зміщення стрічки на опуклому барабані менше, ніж на циліндричному, тобто наявність бочкоподібності барабана в певних умовах може забезпечити центрування руху стрічкового тягового органу.

На біконічному барабані зміщення менше, ніж на барабані зі сферичною поверхнею, причому, зі збільшенням кута перекошу різниця у зсувах стрічки зростає. Це пояснюється тим, що сила тертя, що виникає при взаємодії стрічки і барабана, є недостатньою для утримання стрічки на барабані.

Використання бочкоподібного барабана при всій простоті центрування може з'явитися недостатнім у випадках виникнення експлуатаційних факторів, що впливають на децентрованість руху стрічки, наприклад при нерівномірному навантаженні і ін.,

Центрування стрічки на барабанах стрічкових конвеєрів з метою підвищення стійкості її руху в осьовому напрямку і зниження зносу її бортів в результаті їх тертя об нерухомі елементи конструкції конвеєра при зміщенні стрічки досліджувався в роботах багатьох вітчизняних і зарубіжних авторів. Однак, наведені ними рішення не дозволяють в повній мірі усунути проблему нестійкого руху стрічки, що, в кінцевому підсумку, знижує термін її експлуатації і збільшує позаплановий час простоїв обладнання.

Отже, вивчення проблеми сталого руху стрічки в процесі експлуатації стрічкового конвеєра з метою підвищення терміну її служби шляхом забезпечення центрального руху стрічки відносно поздовжньої осі конвеєра, а також розробка вдосконаленої конструкції устаткування конвеєрів, в тому числі барабанів для забезпечення самоцентрування стрічки щодо поздовжньої осі конвеєра без використання автоматизованих систем центрування, є актуальним науково-технічним завданням.



А.О. ХРУЦЬКИЙ, В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд. тех. наук, доценти,  
Д.Ю. НЕЧОСОВ, магістрант, Криворізький національний університет

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УДАРНИХ МАШИН ДЛЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН У МІЦНИХ ПОРОДАХ**

Пріоритетними напрямками гірничодобувної промисловості України вважаються розробка нових родовищ корисних копалин, будівництво високотехнологічних шахт і розрізів, створення підприємств з глибокої переробки корисних копалин, участь в технічному переозброєнні підприємств гірничого машинобудування.

Для руйнування гірських порід створюються різноманітні машини і механізми, витрачаються великі трудові ресурси оскільки руйнування гірських порід вимагає величезних витрат енергії і грошових коштів.

Перспективи розвитку гірничодобувної промисловості пов'язані з вирішенням проблем системного характеру, до яких відносяться конкурентоспроможність гірничого машинобудування і посилюється в зв'язку з цим залежність галузі від імпорту технологій та обладнання.

Створення в найкоротші терміни високоякісної продукції та її ефективна експлуатація вимагають комплексного підходу до вирішення проблем вітчизняного гірничого машинобудування. Область застосування машин, заснованих на принципі ударної дії, що руйнують гірську породу, охоплює широкий діапазон технологічних задач: пошуки і розвідка корисних копалин; вивчення властивостей гірських порід; видобуток корисних копалин через експлуатаційні свердловини; проведення вибухових робіт; штучне закріплення гірських порід; прокладка підземних комунікацій; спорудження пальових фундаментів та ін.

Актуальність розвитку наукових основ створення і дослідження нових поколінь гірських машин ударної дії зі збільшеною ефективністю руйнування породи, довговічністю, безпекою і екологічністю пов'язана зі значними економічними вигодами, що полягають у збільшенні продуктивності і зменшенні енерговитрат на роботи з руйнування гірських порід.

Проблема знаходження і обґрунтування раціональних конструктивних рішень ударних вузлів бурильних машин, що забезпечують генерування у хвилеводі ударного імпульсу, при якому досягається максимальна передача енергії ударної системи руйнованому об'єктові, без зміни інших параметрів системи є одним з перспективних напрямків у дослідженні гірничих машин ударної дії.

Таким чином, дослідження динамічних хвильових процесів, що відбуваються в елементах ударної системи «бойок - хвилевід - інструмент» для ударних систем технологічного призначення, до яких відносяться машини ударної дії, що працюють з передударними швидкостями до 10 м/с, що застосовуються для буріння свердловин в гірських породах високої міцності є актуальним.

Важливим аспектом такого дослідження є вивчення зв'язків і закономірностей динамічних процесів в ударних системах технологічного призначення і розробка на їх основі науково-методичних засобів підвищення ефективності машин ударної дії, призначених для буріння свердловин в гірських породах, в тому числі без повороту інструменту навколо його осі.

Одним з перспективних шляхів підвищення ефективності бурильних машин є використання ефекту впливу геометричних параметрів ударних вузлів і породоруйнуючого інструменту на результативність впливу на гірську породу ударним імпульсом, узгодженим з навантаженням на інструмент, для підвищення продуктивності бурильних машин ударної дії.

Завданнями такого дослідження є визначення умов практичного застосування хвильової теорії поздовжнього зіткнення стрижнів для дослідження впливу форми деталей, що співударяються, гірничих машин ударної дії на ефективність руйнування гірської породи.

Важливо систематизувати відомі та нові конструкції бойків ударних механізмів по конструктивним параметрам, провести порівняльний аналіз різних за формою бойків в залежності від практично значущих характеристик генерованих ними ударних імпульсів та обґрунтувати принципи раціонального проектування цих бойків, що забезпечують збільшення продуктивності машин ударної дії.

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ КОНВЕЄРА СКРЕБКОВОГО КС-160-3**

Основним напрямом подальшого розвитку вітчизняної гірничо-видобувної промисловості є підвищення продуктивності праці за рахунок технічного переозброєння підприємств на базі новій високопродуктивній техніці і впровадження передової технології гірських робіт. Розвиток техніки для видобутку руд базується на застосуванні комплексів машин і устаткування, що забезпечують автоматизацію усіх виробничих процесів.

Однією з найбільш важливих ланок в комплексній механізації підземного видобутку руд є процес переміщення руди від забою до поверхні, включаючи операції випуску, вантаження і доставки її в межах очисного забою і транспорту по магістральним виробкам до ствола шахти. На доставку і транспортування руди припадає близько 50% усіх витрат з видобування.

До сучасних машин підземного транспорту висуваються наступні вимоги, як високий рівень якості, надійності і довговічності, агрегатувannya, стандартизація і уніфікація складальних одиниць, що забезпечують створення транспортних машин багатоцільового призначення, дотримання санітарних норм по рівню шуму, вібрації і запиленій, автоматизація на базі мікропроцесорної техніки і дистанційне керування транспортними машинами.

При підземній розробці німецьких неабразивних калійних і марганцевих руд можлива повна конвеєризація транспорту руди від забою до збагачувальної фабрики. Для транспортування транспортування в горизонтальному і похилому напрямках різних насипних вантажів у багатьох галузях промисловості використовуються скребкові конвеєри.

Скребкові конвеєри можуть працювати з-під навалення руди і доставляти її по очисних і акумулюючих виробках, проте внаслідок ненадійності роботи під навалюванням міцних руд, а також внаслідок значного зношення, скребкові конвеєри не отримали поширення на доставці абразивних міцних руд. Їх застосовують, в основному, при механізованому відбої калійної руди для її доставки по забою, штрекам і просікам до магістрального стрічкового конвеєра, для транспортування пилоподібних, зернистих і крупношматкових сипких вантажів, а також для охолодження гарячих вантажів: золи, шлаку та ін.

До скребкових конвеєрів відносяться різноманітні по конструкції транспортуючі машини, в яких вантаж переміщається волочінням нерухомим відкритим або закритим жолобом або трубою прямокутного або круглого перерізу за допомогою скребків, що рухаються, прикріплених до тягового елемента.

Як показує багаторічний досвід експлуатації, робота скребкового конвеєру при транспортуванні насипних вантажів супроводжується великими перевантаженнями статичної дії, що значно погіршує умови роботи та призводить до передчасного виходу з ладу приводу конвеєру. При сталому режимі роботи, особливо при транспортуванні важких та липких матеріалів може спостерігатися перегрівання приводного електродвигуна. Крім того, наявність вищезгаданих несприятливих чинників є слідством того, що безперервний графік роботи конвеєру істотно ускладнює проведення своєчасного догляду за зубчастими колесами приводу, підшипниками і іншими елементами, а також виконання змащувальних і регулювальних робіт.

Одним зі шляхів подолання вищезазначених недоліків у роботі конвеєру є заміна існуючого приводного електродвигуна на декілька еквівалентних за сумарною потужністю гідравлічних двигунів та живлячої їх маслостанції. Таке рішення дозволить забезпечити високу ефективність при роботі у безперервному режимі із можливістю заклинювань та перевантажень. Гідравлічний привод надасть змогу зменшити габарити приводної установки в цілому завдяки під'єднанню гідродвигунів безпосередньо до валу зірочки без редуктору, дозволить плавно регулювати швидкість руху ланцюга зі скребками. А можливість встановлення приводних гідродвигунів як на приводній, так і на натяжній станціях дозволить більш рівномірно розподілити тягове навантаження

Отже дослідження з обґрунтування раціональних параметрів мультидвигунного гідравлічного приводу скребкового конвеєру з метою збільшення строку служби приводу в цілому є актуальним науково-технічним завданням.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СТУПІНЧАСТОЇ ФУТЕРІВКИ КУЛЬОВИХ МЛИНІВ

Виробництво залізорудного концентрату є дуже енергоємним процесом. Відомо, що на подрібнення витрачається понад 60% електроенергії від усієї енергії, що витрачається для виробництва 1 т концентрату (на частку подрібнення приходиться до 45% енергії). При цьому найбільш енергоємним процесом є тонке подрібнення залізної руди і мінеральних добавок. Найбільшого поширення при подрібненні отримали кульові барабанні (трубні) млини (ШБМ).

До недоліків ШБМ слід віднести високу питому витрату енергії на подрібнення, велике зношення футеровки і тіл, що мелють. Однак простота конструкції і обслуговування, можливість регулювання в широких межах тонкості подріднення готового продукту без конструктивних змін, можливість автоматизації подрібнення зумовлюють перспективи подальшого широкого використання таких млинів.

При застосуванні кульових барабанних млинів для подрібнення руди, витрати на футеровку і тіла, що подрібнюють, досягають 40% вартості експлуатаційних витрат на утримання млина. Отже для заощадження подрібнювального середовища і зниження енергоспоживання вигідним є розробка раціонального конструктивного профілю футерування (за допомогою чисельного моделювання), що забезпечує оптимальне подрібнення.

Основне призначення футерувальних плит - захист корпусу млина від зношення, а також для надання такої траєкторії руху тілам, що мелють, яка забезпечить максимальну ефективність процесу подрібнення. При проектуванні футеровок не можна не враховувати такі вимоги, як: технологічність виготовлення, уніфікацію типорозмірів і елементів кріплення, зручність виконання монтажних і ремонтних робіт, мінімальне зношення робочої поверхні.

Профіль футерування барабана залежить від декількох факторів: крупності подрібнюваного матеріалу і використовуваних для цього розмірів тіл, що мелють; частоти обертання і діаметра барабана млина та ін. Відповідний профіль футеровки потрібен для млинів, що працюють в різних стадіях подрібнення.

Одними з найпоширеніших футерувальних плит циліндричної частини барабана кульових млинів, що випускаються вітчизняними заводами, є ступінчаста футеровка. Така футеровка має низку недоліків, до яких можна віднести істотне зменшення корисного об'єму млина; швидке зношення каблучкової поверхні в області роботи великих куль; забивання простору між каблучками і кулями малого діаметра, що призводить до зниження коефіцієнта зчеплення; складність у виготовленні.

Отже, підвищення ефективності процесу подрібнення клінкеру за рахунок забезпечення раціонального режиму руху тіл, що мелють на основі вдосконалення поперечного та поздовжнього профілю футерування в кульовому барабанному млині є актуальним науковим завданням.

Проектування поперечного та поздовжнього профілю футерування на стадії розробки проекту дозволить виявити раціональний режим роботи, тіл, що мелють, тим самим забезпечити необхідну ефективність процесу подрібнення.

Для цього необхідно створити раціональний поперечний та поздовжній профіль футеровки, який забезпечить необхідний режим руху тіл, що мелють і істотно підвищить ефективність процесу подрібнення.

Планується проведення аналізу існуючих конструкції футеровок кульових млинів та шляхи їх вдосконалення, а також відомих методик розрахунку і їх проектування. До того ж проведення аналізу відомих математичних моделей, призначених для симуляції руху тіл, що мелють в кульових млинах дозволить більш ґрунтовно встановити раціональні параметри роботи кульового барабанного млина.

Усе це дозволить розробити інженерну методику проектування футерування і загальні рекомендації для впровадження результатів роботи в промисловості.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р тех. наук, професор, А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, Є.Д. РОГОЗІН, магістрант, Криворізький національний університет

### **КОЛІСНИЙ РУШІЙ ПЕРЕКОЧУВАЛЬНОГО ТИПУ ДЛЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНО-ДОСТАВКОВИХ МАШИН**

Головним напрямом технічного прогресу в гірничорудній промисловості, що спостерігається останніми роками практично у всіх країнах світу, здійснюється на базі технічного переозброєння копалень і широкого використання самохідного устаткування, що вже показало свою високу ефективність, підтвердило його перевагу перед вживаними на гірничих підприємствах іншими вантажно-транспортними машинами.

Найбільш прогресивні засоби механізації вантаження і доставки руди — самохідні вантажно-транспортні машини (ПТМ) з вантажонесучим ковшем. Вони мобільні, суміщають операції вантаження і доставки, здатні виконувати допоміжні операції і можуть застосовуватися при будь-яких системах розробки. Проведення виробок із застосуванням комплексів самохідних машин дозволяє збільшити продуктивність праці прохідників в 1,5—2,0 разу при одночасному зниженні витрат

Однак застосування таких машин пов'язане зі значними труднощами через важкі гірничо-технічні умови експлуатації, а саме відсутність розвиненої дорожньої інфраструктури та спеціальних гірських мобільних транспортно-технологічних машин підвищеної прохідності. Тому завдання підвищення прохідності гірських мобільних транспортно-технологічних машин в даний час актуальна.

Одним з пріоритетних варіантів розв'язання задачі є розробка рушія, що забезпечує підвищення прохідності гірських мобільних транспортно-технологічних машин у важких дорожніх умовах.

Основним шляхом підвищення прохідності є застосування нетрадиційного колісного рушія й адаптації його параметрів для гірських мобільних транспортно-технологічних машин при експлуатації їх у різноманітних дорожньо-грунтових умовах гірських підприємств.

Для цього потрібне створення методів розрахунку основних параметрів рушія для реальних режимів навантаження гірських мобільних транспортно-технологічних машин при експлуатації їх по різних опорних поверхнях руху, характерних для родовищ корисних копалин, що розробляються відкритим способом.

На основі проведеного аналізу існуючих типів колісних рушіїв і різноманіття їх модифікацій в даний час найбільшого поширення на переважній більшості гірських мобільних транспортно-технологічних машин високою прохідності отримав традиційний колісний рушій. Як показує досвід експлуатації на опорних поверхнях з різними фізико-механічними властивостями, найбільш ефективними для гірських мобільних транспортно-технологічних машин є рушії колісного типу. Однак колісний рушій має істотний недолік - низьку прохідність.

Для підвищення прохідності гірських мобільних транспортно-технологічних машин замість колісного рушія пропонується використовувати колісний рушій перекочувального типу. Мобільні транспортно-технологічні машини, обладнані таким рушієм, здатні пересуватися по будь-яким типам опорних поверхонь.

Основні переваги колісного рушія перекочувального типу в порівнянні з іншими типами колісних рушіїв:

- автоматично змінює дорожній просвіт при збільшенні опору руху, що значно підвищує профільну прохідність мобільних транспортно-технологічних машин за рахунок зниження "бульдозерного" ефекту від остова машини;
- автоматично змінює рушійний момент, необхідний для подолання моменту опору коченню з боку фону опорної поверхні без додаткових стежачих і керуючих систем;
- при русі мобільних транспортно-технологічних машин з колісним рушієм перекочувального типу рушійний момент змінюється плавно, що знижує його буксування, тим самим зменшується глибина колії і сила опору коченню;
- відносна простота конструкції і як наслідок низька вартість виготовлення в порівнянні з іншими альтернативними рушіями колісного типу.

## ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ МЕХАНІЗМ ДЛЯ БУРИЛЬНИХ УСТАНОВОК

Для видобутку корисних копалин використовуються широкий спектр машин різного функціонального призначення. Широко використовують при бурінні самохідну техніку, на якій застосовують бурові головки, що забезпечують проходку шпурів і свердловин. Скорочення термінів проведення бурових робіт неможливо без вдосконалення бурової техніки. При створенні та удосконаленні машин для гірничої промисловості розробники дотримуються наступних тенденцій: підвищення продуктивності; забезпечення безпеки, зниження рівня шуму і вібрації та ін.

В даний час одним з важливих напрямків технічного прогресу в гірничодобувній промисловості є широке застосування машин, що генерують імпульсну навантаження на інструменті, що контактує з масивом гірських порід. Вони використовуються для інтенсифікації виробничих процесів в різних галузях промисловості, а найбільше застосування знайшли в якості активних робочих органів гірничих машин, призначених для проходки свердловин різного призначення в масиві гірських порід і його для руйнування в процесі видобутку корисних копалин.

Буріння є одним з основних процесів гірничого виробництва. Найбільш ефективно здійснювати цей процес ударно-обертальним способом, як зануреними пневмоударниками, так і виносними ударними машинами - пневматичними перфораторами або гідроударними буровими головками.

Застосування колонкових перфораторів, як з залежним від ударного механізму обертанням бурильних штанг, так і з незалежним обмежена через малу глибину буріння і великі втрати енергії удару при проходженні по штанзі поздовжньої хвилі деформацій, що переносить енергію бойка до породоруйнуючих інструменту.

В даний час найбільш широке застосування в бурових голівках отримав гідроударний привід об'ємного типу, в якому переміщення бойка здійснюється під дією тиску рідини, що діє на нього зі сторін робочих камер. Енергетичні параметри і ККД такого приводу істотно вище пневмоударного. Енергія удару у гідроударників вище в 8 - 10 разів в порівнянні з пневматичними машинами і це дозволяє підвищити механічну швидкість буріння в міцних породах в 1.5-2 рази.

Це відбувається завдяки збільшенню тривалості (пікових значень) імпульсу сили, що підвищує ефективність руйнування гірської породи, оскільки за короткий час контакту з нею породоруйнуючого інструменту при ударі навантаження не встигає реалізувати в повній мірі процес руйнування. Для більш повного використання енергії імпульсу, він повинен мати відносно пологий передній фронт і різко спадаючий задній. Формування імпульсів зі згладженим переднім фронтом для здійснення плавного навантаження бурового снаряда, регулювання його тривалості (час контакту з породою) для більш повної передачі енергії на руйнування за бою можливо при створенні замкнутої гідросистеми без бойка. Такий підхід дозволить виключити зазначені вище недоліки гідравлічних машин ударної дії і підвищити ККД гідравлічних пристроїв без втрати швидкості буріння свердловин.

Одними з головних параметрів ударними машинами, що впливають на процес руйнування гірської породи, є амплітуда і форма ударного імпульсу. Для підвищення ефективності процесу буріння дослідження по визначенню раціональних режимів і параметрів ударних вузлів є актуальним завданням.

У зв'язку з цим стає актуальним створення для бурильних установок гідроімпульсного механізму, який генерує імпульс сили впливом на рідину поршнем, з подальшою передачею цього імпульсу на бурову штангу. Для цього необхідно обґрунтувати умови, що забезпечують управління формою імпульсу конструктивними параметрами гідроімпульсного механізму та визначити стійку зону регулювання параметрів роботи імпульсного генератора (блоку введення початкового імпульсу) і у результаті розробити конструктивну схему гідроімпульсного механізму забезпечує підвищення параметрів формованого імпульсного впливу, достатнього для ефективного руйнування породного масиву при ударно-обертальному бурінні.

А.О. ХРУЦЬКИЙ, В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд. тех. наук, доценти,  
Д.В. ВИШНИВЕЦЬКИЙ, магістрант, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ КОЛІСОЗНІМАЧА ТИПУ КС-3

Сучасний кар'єр - це висококомеханізоване виробництво, на якому працюють, як правило, машини великої потужності і продуктивності. Правильна експлуатація таких машин, своєчасні огляди і ремонти сприяють надійній і безаварійній їх роботі, адже навіть короточасні простой таких машин призводять до помітних знижень видобутку корисних копалин.

Основним видом транспорту у більшості кар'єрів є автомобільний транспорт, який у широкому сенсі, є комплексом, що об'єднує транспортні засоби і допоміжне устаткування, кар'єрні автодороги, технічні засоби управління виробництвом робіт, а також засоби технічного обслуговування і ремонту устаткування і доріг. Сферами ефективного застосування автомобільного кар'єрного транспорту є: будівництво кар'єрів, розробка родовищ з неправильними контурами або родовищ, що залягають в гористій пересіченій місцевості; розробка горизонтальних або слабопохилих пластів при швидкому просуванні фронту робіт; виїмка корисних копалини по сортах або виїмка окремих прошарків і блоків; розробка родовищ, що залягають на великій глибині (з використанням автотранспорту у поєднанні з іншими транспортними засобами на короткому плечі вікатки).

Основними перевагами автомобільного кар'єрного транспорту є висока маневреність рухомого складу, скорочення довжини транспортних комунікацій завдяки застосуванню відносно крутих ухилів автодоріг, спрощення процесу відвалоутворення в наслідок зменшеної трудомісткості і можливості зменшення площі відвалів, висока оперативність управління. Ефективність роботи автомобільного кар'єрного транспорту підвищується при створенні досконалої системи технічної експлуатації, що враховує якість рухомого складу, умови експлуатації, стан виробничої бази, системи і організації технічного обслуговування і ремонту, системи постачання, підготовки обслуговуючого персоналу і підвищення його кваліфікації.

Трудомісткість технічного обслуговування і ремонту самоскидів, що представляє суму трудових витрат ремонтного персоналу, віднесена до одиниці об'єму перевезень або вантажообігу, складає 33-65% від загальних витрат, а чисельність робітників, зайнятих технічним обслуговуванням в автогосподарствах, складає, як правило 4-5%. При підвищенні ефективності праці застосуванням механізації ремонтних операцій можливо знизити трудові витрати поточних ремонтів на 25-35% в порівнянні з існуючими.

Однією з трудомістких ремонтних операцій є заміна коліс важких кар'єрних самоскидів, для виконання якої використовуються спеціальне технологічне обладнання – колісознімачі. Основним призначенням такої машин є зняття і установка коліс (шини з ободом у складанні) на маточини мостів великовантажних автомобілів, які використовуються на території і приміщення ремонтних і обслуговуючих підрозділів підприємств, що експлуатують великовантажні автомобілі, а також на шляхах, що допускають навантаження на вісь 200 кН.

Як показує багаторічний досвід експлуатації, робота колісознімача при знятті, транспортування та встановленні коліс супроводжується циклічним режимом роботи з перевантаженнями статичної, динамічної дії та характеризується наявністю ударів, що значно погіршує умови роботи та призводить до передчасного виходу з ладу робочого обладнання. Особливо швидко спрацьовується механізми захоплювачів маніпулятора і тому потребує ретельного контролю та своєчасної заміни. Крім того базова конструкція маніпулятора відрізняється досить складною кінематичною схемою.

Тому аналіз та удосконалення конструкції робочого обладнання колісознімача з метою спрощення конструкції маніпулятора та підвищити міцність окремих ланок як маніпулятора, так і обладнання в цілому розробка є актуальним науково-технічним завданням.

Для цього планується проведення аналізу відомих конструкцій робочого обладнання колісознімачів, та визначення найбільш перспективної кінематичної схеми, що забезпечить мінімальні реакції у ланках механізму, а потім визначення раціональних параметрів такої схеми.

**ПІДВИЩЕННЯ ЖОРСТКОСТІ БУРОВОГО СТАВУ ВЕРСТАТУ СБШ-250-МНА**

Як показує багаторічний досвід експлуатації, робота бурового верстату СБШ-250МН при бурінні гірничої породи супроводжується динамічним режимом роботи з перевантаженнями динамічної дії та характеризується наявністю ударів, що значно погіршує умови роботи та призводить до передчасного виходу з ладу робочого обладнання. Особливо небезпечні удари та вібрація спричинена роботою верстату для приводних електромоторів.

При роботі бурових верстатів руйнівна дія на устаткування і обслуговуючий персонал екстремальних динамічних навантажень з'являється непередбачено для бурильників, що призводить до збільшення споживання електроенергії, підвищеного зносу бурового інструменту і значної вібрації на робочому місці машиніста бурового верстата.

Крім того під час буріння можливе співпадіння вібрації бурової штанги, що обертається, з частотою шкрябань штанги по стінкам свердловини або від шарошкового долота з частотами власних коливань верстату і утворення резонансу, що руйнує обладнання верстату.

Було проведено низку досліджень, та запропоновано декілька шляхів забезпечення розсинхронізації частот вібраційних навантажень, які дозволяють знизити динамічні навантаження на вузли бурового верстата, а також вібрацію на робочому місці машиніста до санітарних норм і підвищити швидкість буріння.

Одним з шляхів розв'язання проблеми резонансних вібрації при буріння є усунення головного і найпотужнішого джерела вібраційних навантажень, а саме шкрябання бурових штанг по стінкам свердловини за рахунок зміни існуючої конструкції бурових штанг верстату, додавши до них стабілізатори. Таке удосконалення конструкції штанг істотно зменшить шкрябання штаг по стінкам свердловини та знизить їх зношення та шкідливий вплив вібрації та ударів на обладнання.

Центратор виконано у вигляді кілець зі встановленими лопатями, які мають можливість переміщення по спіральних пазах обмежувальних кілець, що дає можливість змінювати зовнішній діаметр центратора без розбирання компонування бурільної колони. Це розширює технологічні можливості центратору. Буровий став, оснащений таким центратором, можна легко пристосувати до змінюючихся технологічних умов буріння свердловини. Крім того, регулювання зовнішнього діаметра центратора дозволяє здійснити компенсацію зносу лопатей.

Проведено дослідження стійкості бурового ставу щодо встановлення раціональної кількості стабілізаторів на бурових штангах. З одного боку, чим більша кількість опор (стабілізаторів), тим менший буде прогин бурового ставу, але, з іншого боку, кожен стабілізатор суттєво збільшує опір спуску та підйому бурового ставу. У випадку буріння однією штангою довжиною 8 м (початок буріння без стабілізатора), згідно результатів проведеного розрахунку вигин штанги досить не великий, тому стабілізатор не потрібен, але надалі вигин штанги збільшується, хоча прогин недостатній, щоб почався процес шкрябання по стінках свердловини. Отже можна зазначити, що при буріння однією штангою (яка за звичай є важкою) прогин присутній, але можливо обійтися без застосування стабілізаторів при бурінні у міцних нетріщинуватих породах. У випадках буріння 2-ма штангами застосування стабілізаторів є необхідним, оскільки довжина ставу збільшується, а отже збільшується і прогин. Розглянувши декілька схем розташування стабілізаторів на штангах ставу, встановлено, що раціональним є розташування стабілізаторів у вузлах скручування штанг (біля ніпелів), що дозволяє знизити вигин штанг до прийнятних величин.

У випадку буріння 3-ма штангами застосування стабілізаторів також є необхідним. Так же, як і у попередньому випадку серед різноманітних схем розташування стабілізаторів раціональним є розташування стабілізаторів у вузлах скручування штанг.

Отже, у результаті проведеного дослідження стійкості бурового ставу при буріння міцних порід буровим верстатом СБШ-250 встановлено, що раціональним є розташування 1 стабілізатора на ніпелі кожної штанги. Так розташування забезпечить зниження прогину штанги та відсутність її шкрябання по стінках свердловини.

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СПОСОБІВ  
РУЙНУВАННЯ МІЦНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД ПРИ БУРІННІ**

Однією з гострих залишається проблема підвищення енергоефективності руйнування гірських порід, що, як і раніше, пов'язане з розробкою нових вибухових речовин для гірничодобувної промисловості та зниження енергоємності процесу буріння.

При вдосконаленні існуючих і розробці нових способів руйнування гірських порід у першу чергу слід вказати на розвиток теорії вибуху в гірській породі і пізнання механізму тріщиноутворення при руйнуванні, на створення високоєфективних нових видів засобів механізації бурових робіт. Дослідження та аналіз якісних характеристик відомих типів руйнування порід з метою визначення способів буріння з більш доцільними експлуатаційними показниками є актуальною задачею.

Це дослідження дозволить намітити шляхи конструювання бурового обладнання, заснованого на засадах мінімальних витратах енергії, а також і інших способів руйнування порід з певними властивостями, що вимагають мінімальних витрат енергії.

На сьогоднішній день відомо та досліджено близько 20 способів руйнування гірських порід. Визначальним критерієм ефективності застосування цих способів руйнування є енергоємність руйнування з урахуванням особливості кожного способу руйнування.

Розглядаючи енергоємність руйнування, притаманну кожному з відомих способів, слід зазначити, що розбіжність між максимальною та мінімальною енергоємністю для кожного конкретного способу пояснюється впливом на саму енергоємність не тільки способу руйнування, а й міцності руйнованої породи та досконалістю бурильного обладнання.

Оцінка питомих енерговитрат, характерних для кожного із згаданих способів руйнування гірської породи, показує, що жоден з них не може конкурувати з вибуховим. Певні переваги деяких з них виникають тільки при обліку екологічних наслідків їх застосування. На цьому фоні досить цікавим, принаймні в науковому плані, видається нещодавно розроблений спосіб впливу на гірську породу за допомогою газових або рідинних хімічно активних по відношенню до руйнованого матеріалу струменів. Принциповою його перевагою перед іншими способами впливу є використання енергії хімічної реакції, що виникає при контакті струменя з руйнованим матеріалом, що спричиняє за собою істотне зменшення енерговитрат.

Доцільність розробки пристроїв для руйнування гірських порід має бути обґрунтована, передусім, економічно. Порівнянням економічних критеріїв можна вибрати найбільш оптимальний спосіб руйнування.

Найбільш розповсюджені механічні способи руйнування мають середню енергоємність руйнування. Причому розбіжність енергоємності цих способів відносно не велика. Однак основний недолік цих способів руйнування це інтенсивне зношення робочого інструменту.

Найменшу енергоємність має гідроімпульсний та електроімпульсний способи руйнування, а найвищу – лазерний, електротермічний та плазмовий способи.

Отже, найбільш перспективними є немеханічні способи руйнування. Це пояснюється іншою, більш ефективною природою руйнування породи. Крім того вони мають перевагу - мале зношення робочого інструменту. Розглянемо вплив міцності порід на ці два найбільш перспективних з точки зору енергоємності способи руйнування порід.

Гідроімпульсний спосіб буріння має не велику енергоємність при руйнування порід малої та середньої міцності (до  $f = 12$ ), а потім енергоємність різко підвищується. Це пов'язано з особливістю руйнування породи цим способом.

При електроімпульсному руйнуванні міцність порід майже не впливає на енергоємність. Це пов'язано з тим, що при електроімпульсному руйнуванні вивільняється велика кількість енергії, що перевищує необхідну для руйнування найміцніших порід. Крім того руйнівна сила електричного розряду підсилюється електрогідралічним ефектом.

Таким чином можна зробити висновок, що для руйнування порід малої та середньої міцності ефективніше використовувати гідроімпульсний спосіб буріння, а при руйнуванні міцних порід ( $>12$ ) ефективніше використовувати електроімпульсний спосіб буріння.



Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. тех. наук, професор, А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент,  
Б.Ю. ЧОРНОБРИВЕЦЬ, магістрант, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІБРАЦІЙНОГО ЖИВИЛЬНИКА ВАЖКОГО ТИПУ

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 [1].

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 укосу, 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 доставці в 1,2-5,5 разів, знизити обсяг підготовчо-нарізних робіт в 1,1-2,85 рази [1-4].

Проте, незважаючи на значне зростання цих показників, використання окремих машин, як правило, не призводить до підвищення загальної ефективності очисного виймання та вирішенню 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 та конкретних умов експлуатації.

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 продуктивності, надійності та довговічності, енергоспоживання та матеріалоемності вібротехніки, роблять задачу удосконалення їхніх конструкцій надзвичайно актуальною.

Робота присвячена рішенням одного з аспектів цієї проблеми – дослідженню та обґрунтуванню раціональних параметрів удосконаленої конструкції вібраційного живильника ПШВ-4,75 з метою забезпечення підвищеного рівня продуктивності і надійності.

Аналіз недоліків машини показує, що вона потребує подальшого удосконалення насамперед з точки зору зменшення числа зависань гірничої маси у випускному отворі. Одним з найбільш перспективних шляхів вирішення цього питання є використання робочих органів, задня завантажувальна частина яких має збільшений кут нахилу в порівнянні з передньою.

Друга задача, яку передбачається вирішити в даній роботі – захист електродвигуна віброживильника від вібрацій робочого органу установки, що генеруються працюючим віброприводом. Реалізація поставлених задач дозволить суттєво підвищити технічний рівень віброживильника.

### Список літератури

1. Каварма И.И. Комплексы поточного транспорта для подземной разработки крепких руд / И.И. Каварма, А.В. Бровко. - М.: Недра, 1986. - 86 с.
2. Учитель А.Д. Вибрационный выпуск горной массы / А.Д. Учитель, В.В. Гушин. - М.: Недра, 1981. - 232 с.
3. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич. - М.: Недра, 1992. - 319 с.
4. 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.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. тех. наук, професор, В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, С.Л. ЛЕНЕЦЬ, магістрант, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СЕКЦІЇ ВІБРОКОНВЕЄРА З ПНЕВМАТИЧНИМ ПРИВОДОМ АСИМЕТРИЧНОГО ТИПУ

Вібраційні технології і техніка, що базуються на принципах високочастотних періодичних рухів, знаходять все більше застосування у багатьох галузях промисловості. Вібраційна техніка знаходить застосування в різних сферах гірничого виробництва. Особливо високими темпами здійснюється її впровадження в гірничорудній промисловості, де існуючі засоби механізації виявляються неконкурентоспроможними або зовсім відсутні [1].

Однак шляхи впровадження вібраційної техніки й технології непрості, що пов'язано головним чином зі складністю методів розрахунку вібраційних машин і технологічних процесів, різноманіттям можливих режимів роботи і труднощами налаштування на ефективні стійкі режими. Збільшення продуктивності та підвищення потужності вібраційних машин вимагають нових підходів до розробки і оптимізації режимів роботи. Одним з головних факторів, що визначають техніко-економічні характеристики вібраційної машини, є правильний вибір типу вібраційного приводу, його принципової схеми та параметрів.

Тому найважливішим завданням стає вдосконалювання старих і створення нових конструкцій віброзбудників, надійних і довговічних, здатних у широкому діапазоні забезпечувати безступінчасте регулювання параметрів, зменшення пускових навантажень і поліпшення проходження резонансної зони [2,3]. З огляду на це, актуальність дослідження не викликає жодних сумнівів.

Для ефективного руйнування зависань і випуску матеріалів з ємностей, вібраційного транспортування насипних вантажів бажані наступні режими вібрації: частота – 12-25 Гц, амплітуда коливань –  $(2-6) \cdot 10^{-3}$  м, змушене зусилля – 20-150 кН [2].

Серед існуючих конструкцій віброзбудників з такими робочими параметрами пневматичні конструкції в певних умовах експлуатації мають певні переваги і можуть бути використані з більшою ефективністю. Проте значна їх частка має однакову рису - ударний режим роботи, що обмежує ресурс та погіршує санітарно-гігієнічні умови на робочих місцях обслуговуючого персоналу. Забезпечення безударного режиму в такому приводі можливо шляхом створення в його порожнинах так званих буферних камер або повітряних подушок, що амортизують динаміку рухомого поршня і не дають йому стикатися з корпусом віброзбудника. Для вібротранспортного обладнання перспективне використання подібного віброприводу з асиметричним робочим циклом (за величиною змушеного зусилля, що розвивається). За рахунок асиметричного впливу на матеріал, що знаходиться на вантажонесучому органі віброконвеєра можна забезпечити його рух в потрібному напрямку.

Втім, такі конструкції не в усіх умовах експлуатації реалізують безударний режим роботи. Це стосується і перспективної лінійки віброзбудників ВПК розробки інституту НДГРІ [4]. Тому важливим завданням є дослідження та обґрунтування раціональної схеми і конструктивних параметрів схеми розподілення повітря в пневматичному віброзбуднику з масивним поршнем та асиметричним робочим циклом. На її основі можна створити удосконалену схему асиметричного віброзбудника, що забезпечить безударний режим роботи приводу в будь-яких експлуатаційних умовах (наприклад, при коливаннях тиску повітря в магістралі), а також розробити рекомендації щодо вибору раціональних конструктивних параметрів такого обладнання.

### Список літератури

1. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич. – М.: Недра, 1992. - 319 с.
2. Спиваковский А.О. Вибрационные и волновые транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, И.Ф. Гончаревич // М.: Наука, 1983. - 288 с.
3. 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.
4. Каварма И.И. Исследование инерционного вибровозбудителя с асимметричным циклом / И.И. Каварма, А.В. Бровко, В.В. Юшин, С.Н. Куваев, Ю.Г. Горбачев // Шахтный и карьерный транспорт, № 10. – М.: Недра, 1986, с. 146-151.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., професор, Вік.А. ГРОМАДСЬКИЙ, к. т. н., ст. викладач,  
О.М. ОНОФРІЙЧУК, магістрант, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ОЧИСНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ТОРЦЕВОГО ВИПУСКУ РУДИ

Для підвищення конкурентоспроможності та рентабельності підприємств гірничорудної галузі потрібні нові підходи до технології ведення гірничих робіт та докорінне переозброєння підземних рудників. Цього можна досягти шляхом інтенсифікації та концентрації гірничих робіт; впровадження потокових технологій транспорту руди; переходу від масового виймання руд до селективного; заміни окремих машин комплексами механічного обладнання, узгодженого за сукупністю основних параметрів та уніфікованого між собою; створення умов, які б сприяли підвищенню рівня механізації основних та допоміжних процесів, а в перспективі – створювали передумови переходу до безлюдних технологічних процесів [1-3].

Більша частина систем розробки з масовим відбиванням руди, що використовуються в наш час, а також прогресивні технології проведення підземних виробок за допомогою самохідного обладнання цілком відповідають вимогам потокового виробництва.

Для видачі руди з очисних блоків в останні десятиліття створенні високопродуктивні машини безперервної дії на базі вібраційної техніки та стрічкових конвеєрів спеціальних конструкцій.

Використання вібраційних живильників і доставкових конвеєрів дає можливість збільшити продуктивність праці на випуску і доставці в 1,2-5,5 разів та знизити обсяг підготовчо-нарізних робіт в 1,1-2,85 рази [2]. Проте, незважаючи на таке значне зростання цих показників, застосування окремих машин, як правило, не призводить до суттєвого підвищення загальної ефективності очисного виймання та вирішенню задач потокового виробництва.

Використання ком-плексів потокового транспорту порід із інтенсифікацією процесу видачі руди з блоку забезпечує суттєвий вплив на якісні показники видобутку. Ефективна реалізація переваг машин багаторазового застосування та комплексів потокового транспорту, що сформовані на їхній базі, можлива лише за умови досягнення певної якості машин. До її основних складових відносяться показники призначення та надійності.

З огляду на це, тема дослідження, присвяченого обґрунтуванню раціональних параметрів очисних комплексів для торцевого випуску гірничої маси при підземній розробці міцних руд, надзвичайно актуальна в сучасних умовах розвитку вітчизняної гірничорудної промисловості.

Порівняльний аналіз схем транспорту з різними конструкціями днища очисного блоку показує, що схеми розробки з торцевим випуском руди у зрівнянні з площадковим забезпечують більш високі техніко-економічні показники за рахунок значного скорочення обсягу нарізних робіт, інтенсифікації процесів підготовки блоків і випуску підірваної гірничої маси [1]. Їхнє використання забезпечує суттєве зменшення втрат та збіднення руди. Механічне обладнання для таких умов відрізняється підвищеними вимогами, але накопичений досвід його створення та впровадження підтверджує перспективність цього напрямку.

Отже, в процесі дослідження потрібно обґрунтувати раціональну конструктивну схему очисного комплексу для торцевого випуску руди; вибрати раціональну компоновальну схему віброживильника комплексу; сформулювати вихідні вимоги до обладнання для доставки руди в межах очисного блоку та запропонувати конструктивне рішення такого очисного комплексу.

### Список літератури

1. Каварма И.И. Состояние и перспективы развития горного оборудования для подземной разработки рудных месторождений: Обзор / И.И. Каварма, А.М. Кальницкий, Ю.Г. Горбачев, В.Ф. Кондратенко. – М.: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1991. - 40 с. (Горное оборудование, сер. 2, вып. 4).
2. Каварма И.И. Комплексы поточного транспорта для подземной разработки крепких руд / И.И. Каварма, А.В. Бровко. – М.: Недра, 1986. – 86 с.
3. Каварма И.И. Очистные доставочные комплексы для поточного транспорта руды в очистных блоках / И.И. Каварма, Р.Б. Парховник, А.В. Бровко, Н.В. Калашников, И.С. Новиков, П.К. Шпиков // Шахтный и карьерный транспорт, вып. 8. – М.: Недра, 1983. - с. 96-105.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р тех. наук, професор,  
Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. тех. наук, професор, В.О. БУЗУСВ, магістрант,  
Криворізький національний університет

## **ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАННИХ МЛИНІВ**

Машини барабанного типу є досить розповсюдженим типом технологічного обладнання і найбільш поширеним різновидом обертових машин, що мають робочий орган з обертальним рухом. Вони відрізняються високою продуктивністю, універсальністю, надійністю в роботі, простотою експлуатації, економічністю [1-3].

В гірничій промисловості основним типом помольного обладнання, призначеного для подрібнення гірничої маси після операцій дроблення і доведення розмірів шматків вихідної сировини до кінцевої крупності, що зумовлена подальшою технологією її використання, є саме барабанні конструкції [2]. Барабанні млини тонкий та однорідний помел продуктів з можливістю регулювання ступеня подрібнення. Для подрібнення мінеральної сировини в них можуть використовуватися кулі, стрижні, галька, але можливий по-мел і без подрібнювального середовища (наприклад, в млинах самоподрібнення). Найбільше поширення отримали кульові барабанні млини, які дозволяють безперервне додаткове завантаження кулями в процесі роботи.

Характер руху подрібнювальних тіл у барабанних млинах визначається частотою обертання барабану, ступенем завантаження млина цими тілами та їхньою взаємодією з футеровкою барабану. Залежно від швидкості обертання барабану існують три основні режими роботи млина (каскадний, змішаний та водоспадний), які супроводжуються різними схемами руху подрібнювальних тіл (завантаження) і характеризуються різною інтенсивністю їх впливу на матеріал.

Особливістю машин барабанного типу є підвищена складність поведінки помольних тіл і оброблюваного матеріалу в обертовій камері, незважаючи на уявну простоту конструкції такого обладнання. Існуючі методи розрахунку барабанних млинів дуже узагальнені, а для практичного визначення раціональних технологічних та конструктивних параметрів машин використовуються методики, в основу яких покладені спрощені емпіричні залежності, отримані в процесі експлуатації окремих різновидів такого обладнання. Зокрема, вони не враховують внутрішнє тертя завантаження, а також вплив на взаємодію помольних тіл подрібнюваного матеріалу, який може спричинити зміну цього тертя [1,4]. А це призводить до того, що, наприклад, розрахункове значення кута підйому завантаження разом із матеріалом не досягає його дійсної величини у широкому діапазоні швидкостей обертання та умов фрикційної взаємодії завантаження з футеровкою барабану. Таким чином, існуючі методики дозволяють лише вкрай наближено визначати основні характеристики барабанних млинів. З огляду на це, дослідження, спрямовані на відшукування закономірностей поведінки завантаження обертових машин, в тому числі барабанних млинів гірничозбагачувальної галузі, та розробку методики розрахунку їхніх раціональних робочих і конструктивних параметрів, є надзвичайно важливими та актуальними.

Досягнення поставленої мети потребує аналізу сучасних досліджень параметрів реальних режимів руху завантаження барабанних млинів, динамічного аналізу процесу обертання заповненого барабану, урахування реологічних чинників та напружено-деформованого стану завантаження, оцінки ефективності та стійкості робочих процесів машин барабанного типу. В результаті можна очікувати певного удосконалення цих процесів та обґрунтування раціональних параметрів барабанних млинів.

### *Список літератури*

1. Сівко В.Й. Теорія обертових машин: Підручник / В.Й. Сівко, Ю.В. Науменко, М.П. Кузьмінець, К.Ю. Дейнека. – К., Рівне: НУВГП, 2015. – 527 с.
2. 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.
3. Виноградов Б.В. Динаміка барабанних млинів: Монографія / Б.В. Виноградов. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2004. – 127 с.
4. Науменко Ю.В. Основи теорії режимів роботи барабанних млинів / Ю.В. Науменко. – Рівне: Видавництво СПД Зелент О.І., 2009. – 282 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. тех. наук, професор, А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент,  
С.Р. БЕНЬ, магістрант, Криворізький національний університет

### **РЕГУЛЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПРИВОДІВ ГІРНИЧИХ МАШИН З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

Вібраційна техніка знаходить застосування в різних сферах гірничого виробництва. Особливо високими темпами здійснюється її впровадження в гірничорудній промисловості, де існуючі засоби механізації виявляються неконкурентоспроможними або зовсім відсутні.

Вібраційні технології і техніка базуються на принципах високочастотних періодичних рухів. Періодичний характер руху робочих органів вібраційних машин сприяє широкому застосуванню вібраційної техніки та технології в гірничій промисловості за рахунок її конструктивно-технологічних переваг в порівнянні з технікою і технологією звичайного типу. Конструктивні і технологічні особливості вібраційної техніки дозволяють створювати дуже ефективні пристрої різноманітного технологічного призначення [1-3].

Однак шляхи впровадження вібраційної техніки і технології непрості, що пов'язано головним чином зі складністю методів розрахунку вібраційних машин і технологічних процесів, різноманіттям можливих режимів роботи і труднощами налаштування на ефективні стійкі режими.

Тому найважливішим завданням стає вдосконалення старих і створення нових конструкцій віброзбудників, надійних і довговічних, здатних в широкому діапазоні забезпечувати безступіньчасте регулювання параметрів, зменшення пускових навантажень і поліпшення проходження резонансної зони.

Аналіз конструкцій засобів механізації для випуску і транспортування гірничої маси при очисному вийманні показує, що в переважній більшості випадків використовується електромеханічний вібропривод, як найбільш ефективний з точки зору параметрів вібрації, що розвиваються, і такий, що не викликає особливих труднощів при конструктивному виконанні [1,2].

Практично усі найбільш досконалі конструкції важких віброживильників і вібролюків мають інерційний самобалансний вібропривод, класичну одномасну схему і глибоко зарезонансний режим роботи. З огляду на це частоти вільних (власних) коливань вібраційних машин на віброізольованих опорах мають бути в декілька разів меншими частоти змушених коливань, тобто робочої частоти машини, що генерується її віброприводом.

Все це є причиною несталої роботи вібромашин в перехідних режимах експлуатації, а саме: під час запуску і вибігу. Перехідні режими супроводжуються виникненням інтенсивних коливань при приблизній збіжності частоти обертання валу дебалансу з частотами вільних коливань, тобто при проходженні через резонанс. Амплітуди коливань під час проходження зони резонансу можуть в багато разів перевищувати робочі амплітуди (особливо при вибігу – в 10-20 разів). Відповідно зростають і сили, що сприймаються пружними системами машин (віброізоляторами) і передаються ними на фундаменти і несучі конструкції.

Внаслідок значних перевантажувальних явищ в процесах запуску і вибігу важких вібромашин споживана потужність при цьому може істотно перевищувати таку при сталому режимі. В резонансному режимі привод витрачає в декілька разів більше енергії, ніж в робочому зарезонансному режимі.

Таким чином, описані труднощі вимагають використання спеціальних методів і технічних заходів для боротьби з резонансними явищами в перехідних режимах роботи, наприклад створення регульованих вібраційних приводів.

#### *Список літератури*

1. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич. – М.: Недра, 1992. - 319 с.
2. Спиваковский А.О. Вибрационные и волновые транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, И.Ф. Гончаревич. – М.: Наука, 1983. - 288 с.
3. Громадський А. С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. - 528 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. тех. наук, професор, В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, І.В. КОЛОМІСЦЬ, магістрант, Криворізький національний університет

## **ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ РУХОМИХ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ**

Подальший розвиток гірничої промисловості залежить від впровадження високоефективних технологій видобутку і переробки рудних і нерудних корисних копалин, розробки нових та удосконалення існуючих конструкцій обладнання для їх механізації.

Важливою ланкою гірничо-металургійного комплексу є підприємства для збагачення мінеральної сировини. Сучасне гірничозбагачувальне підприємство, крім різноманітного технологічного обладнання, насичено транспортними машинами, що сполучають це обладнання, та ємностями для акумулювання гірничої маси.

Наявність таких ємностей дає можливість підвищити надійність роботи підприємства в цілому. При відмовах обладнання в технологічному ланцюзі після ємності вона протягом певного часу здатна приймати гірничу масу і акумулювати її, не зупиняючи обладнання перед нею. А при відмовах цього обладнання запасів руди в ємності бу-ває, як правило, достатньо для безперебійної роботи протягом деякого часу наступних машин технологічного ланцюга.

Таким чином, акумуляційні ємності, крім інших функцій, наприклад, усереднення матеріалу, зменшують негативні наслідки відмов технологічного обладнання, дають час на їх ліквідацію без суттєвих втрат продукції і, тим самим, підвищують загальну надійність устаткування [2].

Переміщення гірничої маси між технологічним обладнанням здійснюється здебільшого стрічковими конвеєрами. Завантажуються конвеєри з ємностей за допомогою різноманітних живильників. Операція завантаження дуже відповідальна, від її правильного виконання багато в чому залежить надійність роботи конвеєра, довговічність його вузлів і стрічки зокрема [1,2].

У зв'язку з цим створення ефективних конструкцій завантажувальних та перевантажувальних пристроїв стрічкових конвеєрів є вельми актуальним інженерним завданням.

Аналіз джерел науково-технічної інформації, досвіду експлуатації завантажувальних вузлів стрічкових конвеєрів показує, що для нормального режиму експлуатації конвеєра його завантажувальний пристрій повинен укладати потік матеріалу на стрічку суворо по її центральній осі, з мінімальною висотою падіння, а напрямку руху потоку та його швидкість повинні співпадати з аналогічними показниками рухомої стрічки. Лише за таких умов можна сподіватися на довгу і безвідмовну експлуатацію стрічки.

З різних можливих варіантів завантажувальних пристроїв слід віддати перевагу, на наш погляд, вібраційним, які відрізняються високою продуктивністю, простотою її регулювання, можливістю легко нівелювати перепади висот між випускними отворами бункера та стрічкою конвеєра, надійністю та довговічністю [3].

Важливою вимогою до завантажувального пристрою є можливість його переміщення уздовж днища бункера. Подібні ємності на збагачувальних підприємствах можуть бути досить протяжними (наприклад, бункери для усереднення або накопичування гірничої маси) і мати десятки випускних отворів у своєму днищі.

Тому завантажувальний пристрій має вільно пересуватися від одного отвору до будь-якого іншого над конвеєром за допомогою або спеціального приводу пересування або тягальної лебідки. В обох випадках для нього потрібно забезпечити відповідні котки і напрямні для них.

Реалізація цих вимог дозволить отримати ефективні схеми завантажувальних пристроїв.

### *Список літератури*

1. **Громадський А. С.** Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / **А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов.** - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. - 528 с.

2. **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. **Гончаревич И.Ф.** Вибротехника в горном производстве / **И.Ф. Гончаревич.** - М.: Недра, 1992. - 319 с.

Ю. Г. ГОРБАЧОВ, канд. тех. наук, професор, А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, І.І. РЕВЕНКО, магістрант, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІБРАЦІЙНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ КІВШУ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ МАШИНИ В ШТАБЕЛЬ ГІРНИЧОЇ МАСИ

Підземна розробка рудних родовищ корисних копалин представляє собою низку технологічних процесів, що виконуються з метою розкриття покладу, підготовки його до розробки та очисного виймання руди. Одним з найважливіших є проходка горизонтальних підземних виробок, потреба в яких, наприклад в умовах криворізького залізорудного басейну, досягає десятків кілометрів щорічно. Проходка підземних гірничих виробок буропідричним способом (як і очисне виймання руди) неможливі без використання навантажувальних машин, що здійснюють процес захвату гірничої маси зі штабелю (рудного навалу) і передачі її на подальші транспортні засоби (вагонетки, конвеєри тощо). Окрім основних технологічних процесів при підземній розробці існують і допоміжні, пов'язані з необхідністю навантаження гірничої маси (наприклад, прибирання просипаної породи з підшви виробок) [1,2].

Навантажувальні роботи досить трудомісткі: їхня відносна вартість складає до 30% загальної вартості руди, а питомі витрати - 20-30% усіх витрат на видобуток 1 тонни руди. З іншого боку, вони надзвичайно енергоємні. Заглиблення робочого органу навантажувальної машини в штабель гірничої маси потребує значних напірних зусиль (особливо при видобутку міцних, крупношматкових, високоабразивних порід).

У таких умовах до навантажувальних машин ставляться високі вимоги: підвищені надійність і довговічність, мобільність, значні напірні зусилля при мінімальній конструктивній вазі, безпека та економічність експлуатації.

Виконання таких суперечливих вимог досить серйозна і важка справа. Одним з можливих шляхів її рішення є використання вібраційних ефектів в традиційних конструкціях гірничих машин. Наприклад, вплив вібраційного робочого органу на штабель гірничої маси в процесі занурення у нього приводить до появи коливань частинок і шматків висадженої руди (руда набуває підвищеної рухомості – так називаної вібротекучості). При цьому вібруючий робочий орган зустрічає менший опір при заглибленні в порівнянні зі звичайним.

Принциповими перевагами вібраційних робочих органів навантажувальних машин є безперервність дії, компактність установок, можливість одночасного виконання декількох операцій (навантаження та переміщення матеріалу, переміщення та бункерування тощо) [3].

Таким чином, застосування вібрації на звичайних робочих органах дозволяє при незмінних напірних зусиллях забезпечити підвищення продуктивності навантажувальних машин і збільшення терміну служби виконавчих органів.

Аналіз джерел науково-технічної інформації показує, що зниження опорів при вібруванні відбувається внаслідок зменшення внутрішнього і зовнішнього тертя заглибленої породи, зниження лобових опорів передових кромки робочого органу, підвищеної плинності породи. Внаслідок значної рухливості часток вантажу перед передніми кромками робочого органу навантажувальної машини не утворюються ущільнені ядра. Вони руйнуються вібрацією. Усе це обумовлює зменшення зусиль заглиблення.

Вібрування може бути використане для зниження опорів заглибленню робочих органів будь-яких навантажувальних машин (періодичної й безперервної дії). Постачання робочих органів вібраційними приводами забезпечить підвищення ефективності роботи цієї техніки.

### 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. Громадський А.С. Проектування, формування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов // Кривий Ріг: Вид. центр ДВНЗ «КНУ», 2017. – 526 с.
3. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич. – М.: Недра, 1992. - 319 с.

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., професор, Вік.А. ГРОМАДСЬКИЙ, к. т. н., ст. викладач,  
К.В. ОВЧАРЕНКО, магістрант, Криворізький національний університет

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ВІБРОПЛОЩАДКИ З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТИ ПОВІТРЯ

Науково-технічний прогрес в гірничій галузі нерозривно пов'язаний з розробкою і впровадженням нових технологій видобутку і переробки корисних копалин та технічних засобів для їхньої реалізації. Яскравим прикладом є бурхливий розвиток вібраційної техніки в найрізноманітніших галузях науки й промисловості, в тому числі гірничої. Застосування вібраційних технологій і техніки в гірничій справі дозволило значно інтенсифікувати низку виробничих процесів при видобутку та збагаченні корисних копалин.

Одним з головних напрямків використання вібрацій є випуск, доставка і транспортування гірничої маси з різних ємностей, особливо під час очисного виймання при підземній розробці таких корисних копалин, як металеві руди та сировина для хімічної та будівельної промисловості. До нашого часу для механізації цих процесів розроблена велика кількість вібраційних машин, пристосованих для використання в різноманітних умовах експлуатації. Вібраційний вплив на сипке середовище, яке представляє собою гірничу масу, сприяє підвищенню його плинності, знижує ймовірність утворення природних склепінь і суттєво інтенсифікує процес його випуску з ємності. Використання вібрацій також дозволяє спростити процес транспортування матеріалу на порівняно невеликі відстані і підвищити його продуктивність [1,2].

Досить своєрідними конструкціями є вібраційні пристрої для випуску руди з дучок в системах розробки з підповерховим обваленням гірничої маси. Малі обсяги випуску, що припадають на окремий випускний отвір, тіснота виробок, значний вплив гірничого тиску ставлять перед такими конструкціями надзвичайно суперечливі вимоги. Однією з найголовніших є економічність. Такі конструкції мають бути простими і дешевими в розробці, виготовленні та експлуатації. Лише тоді вони будуть рентабельними. З огляду на це дослідження, метою яких є розробка нових або удосконалення існуючих конструкцій пристроїв для випуску, транспортування та навантаження гірничої маси, мають надзвичайно велике значення.

Найдосконалішим типом таких пристроїв, на наш погляд, є вібраційні площадки розробки інституту НДГРІ, особливо модель ППВ-9Д з пневматичним безударним віброприводом діафрагмового типу [3,4]. Проста і технологічна конструкція установки забезпечує високоефективний режим вібраційного впливу на гірничу масу в дучці і в декілька разів зменшує число зависань руди.

Але вібропривод площадки відрізняється підвищеною витратою стисненого повітря. В процесі наповнення пневмокамери робочий орган разом з діафрагмою піднімається нагору і між ним і діафрагмою утворюється додатковий об'єм у формі усіченого конусу.

При цьому протягом кожного циклу коливань наповнюється і спорожнюється в атмосферу досить значний «шкідливий об'єм» стисненого повітря. З огляду на те, що таких циклів тільки за одну хвилину півтори тисячі, неважко зробити висновок, що дана конструкція потребує певних заходів з точки зору економії стисненого повітря.

Зниження непродуктивних витрат стисненого повітря, може бути досягнуто за рахунок скорочення «шкідливого об'єму» пневмокамери шляхом її конструктивної переробки.

#### Список літератури

1. **Громадський А.С.** Проектування, формування та використання комплексів гірничорудного механізованого обладнання: Навч. посібник / **А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов.** – Кривий Ріг: КНУ, 2017. - 229 с.
2. **Громадський А. С.** Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: Навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / **А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов.** - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. - 528 с.
3. **Каварма І.И.** Комплексы поточного транспорта для подземной разработки крепких руд / **И.И. Каварма, А.В. Бровко.** - М.: Недра, 1986. - 86 с.
4. **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.



А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р тех. наук, професор, Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., професор,  
Я.В. ШЕВЧЕНКО, магістрант, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВІБРАЦІЙНОГО МЛИНА

Одним з найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності технологічних процесів переробки корисних копалин, а також збільшення довговічності і надійності обладнання є використання нових досконалих конструкцій дробильного, подрібнювального та грохотного устаткування, у тому числі вібраційного.

Застосування в різних галузях промисловості різноманітних вібраційних ефектів і заснованих на них технологій дозволило підвищити ефективність багатьох виробничих процесів, поліпшити їхні умови, збільшити надійність і довговічність устаткування.

Численні технологічні процеси у багатьох галузях промисловості для ефективного їхнього здійснення потребують попереднього тонкого подрібнення різних матеріалів. Така підготовка сприяє підвищенню швидкості протікання міжфазних процесів та отриманню кращої структури кінцевого продукту.

Наприклад, завдяки цьому підвищується ефективність процесів збагачення мінеральної сировини, досягається більш повне розділення компонентів. Найбільш ефективним є вібраційний спосіб подрібнення, що здійснюється у вібраційних млинах в середовищі помольних тіл [1].

Вібраційні млини використовуються для проведення різних технологічних операцій, пов'язаних зі створенням в оброблюваному матеріалі механічних напружень (подрібнювання, гомогенізації, механохімічних перетворень), які в ряді випадків поєднують із тепловим і хімічним впливом.

У порівнянні із традиційним устаткуванням - млинами з обертовою камерою, питома продуктивність вібраційних млинів в 4-5 разів більше, а габарити в 2-3 рази менше. Це дозволяє істотно скоротити капітальні вкладення як на створення помольних цехів і комплексів, так і на їхню реконструкцію [2]. У зв'язку із цим завдання розробки вібраційних пристроїв для подрібнення гірничої маси з високими питомими показниками і основними робочими параметрами, раціональним конструктивним виконанням є досить актуальним.

Руйнування оброблюваного продукту в процесі вібраційного подрібнення відбувається внаслідок відносного переміщення помольних тіл і середовища в результаті ударів, роздавлювання та стирання. Основними параметрами вібраційного млина є частота і амплітуда коливань, форма, розміри і матеріал помольних тіл, параметри контейнера.

Якість подрібнення у вібраційному млині залежить від ступеня заповнення його продуктом, співвідношення між кількістю помольних тіл та подрібнюваного матеріалу, виду оброблюваного продукту, його гранулометричного складу та потрібної крупності на виході.

Ефективність процесу подрібнення залежить також від конструктивних особливостей і габаритів контейнера, розміру, форми і щільності помольних тіл, умов подачі і видалення з млина подрібнюваного продукту. Визначальними факторами інтенсивності роботи вібраційного млина є параметри коливань контейнера (форма траєкторії, частота і амплітуда коливань) [2,3].

Аналіз існуючого сучасного вібраційного обладнання для подрібнення мінеральної сировини та інших матеріалів свідчить про широке розмаїття конструктивних схем, які розділяються на два основних класи: млини з нерухомою робочою камерою, в якій рух завантаження здійснюється за допомогою спеціальних вібруючих поверхонь, і млини з вібруючою камерою.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на обґрунтування раціональної конструктивної схеми та розробку технічного рішення високоефективного вібраційного млина.

### Список літератури

1. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич. – М.: Недра, 1992. - 319 с.
2. Лесин А.Д. Современное помольное оборудование. Вибрационные мельницы / А.Д. Лесин. – М.: ВНИИ-ЭСМ, Сер.7. Промышленность строительных материалов: Обзор. информ., Вып.3., 1989. – 97 с.
3. Громадський А. С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: Навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. - 528 с.

А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р тех. наук, професор, Ю.Г. ГОРБАЧОВ, к. т. н., професор,  
П.О. ЗАБОЛОТНИЙ, магістрант, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РУЙНУВАННЯ ЗАВИСАНЬ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ В ЄМНОСТЯХ

Значна кількість технологічних операцій в різних галузях промисловості і сільського господарства пов'язана з переробкою, транспортуванням і зберіганням різних сипких матеріалів в прийомних бункерах. При складуванні сипучих матеріалів в значних обсягах їхнє витікання як правило відбувається через випускні отвори під дією власної ваги.

В гірничій справі переміщення руди під дією гравітації відбувається при розробці родовищ системами з масовим обваленням з дучок, по капітальним рудоспускам, а також при складуванні руди в бункерах.

У сільському господарстві витіканням під дією власної ваги користуються в елеваторах, кормозаго-тівельних установках і силосних вежах.

В хімічній і обробній промисловості цей принцип витікання теж знаходить широке застосування [1].

Відомо, що окремі частинки сипкого матеріалу, розташованого в нижній зоні приймального бункера, знаходяться в постійному механічному зв'язку з працюючим живильником і безперервно переміщуються одна відносно іншої. Сили зчеплення між ними послаблені, тому ймовірність утворення зависань в цій області мінімальна. Сипкий матеріал, який знаходиться в середній і особливо у верхньої зонах бункера, не впливає на продуктивність живильника через те, що його вага розподіляється всередині маси матеріалу, тобто компенсується силою тертя між окремими частинками. Рухливість матеріалу незначна, тому дана область є місцем найбільш ймовірного виникнення зависань [2].

Аналіз процесу випуску насипних матеріалів з ємностей показує, що в практиці їх експлуатації спостерігаються часті випадки утворення над випускним отвором бункеру склепінь, пасивних зон і сегрегації матеріалів.

Найбільш поширеними є явища зводо- і трубоутворення. Ймовірність і характер цих явищ залежать в основному від параметрів бункеру (форми, розмірів, кута нахилу стінок випускної воронки) і властивостей насипного матеріалу (коефіцієнту тертя, гранулометричного складу, форми, твердості і вологості частинок, схильності його до злежування).

Картина зводоутворення надзвичайно складна, проте в її основі лежать статичні і динамічні тиски, зумовлені впливом верхніх шарів матеріалу і ущільненням його при завантаженні та розвантаженні ємності. Для крупношматкового матеріалу основною причиною зводоутворення є звуження гравітаційного потоку, в результаті чого шматки групуються над випускним отвором, утворюючи склепіння.

Аналіз умов утворення склепінь дозволяє визначити раціональні параметри випускних воронок бункерів і підбирати їх виходячи з гранулометричного і якісного складу матеріалу з урахуванням необхідного коефіцієнту запасу. Поліпшення витікання матеріалу можна домогтися наданням бункеру спеціальних форм, наприклад, виконанням однієї, двох або трьох стінок воронки вертикальними. Такі воронки мають переваги перед симетричними у відношенні повнення витікання після припинення випуску, що пояснюється виникненням вертикального каналу витікання уздовж стінки.

Але основним способом боротьби з зависаннями в ємностях залишається використання механічних руйнуючих пристроїв, розробка яких є метою подальших досліджень.

### Список літератури

1. Варсановфьев В.Д. Бункерные вибрационные сводообрушители в зарубежной горной промышленности / В.Д. Варсановфьев, О.В. Кузнецов. – М.: ЦНИЭИуголь, 1971. – 124 с.
2. Компанейщиков И.С. Система устранения зависаний сыпучего материала в приемном бункере / И.С. Компанейщиков, С.П. Коверник, С.М. Ганзуленко, В.В. Злобин // «Металургія», Вип. 2 (38). – К.: 2017. - С. 111-115.
3. Громадський А. С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: Навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. - 528 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА**

Стрічкові конвеєри є найбільш поширеним засобом безперервного транспорту завдяки високій продуктивності, великій довжині транспортування, високої надійності, простоті конструкції та експлуатації. Стрічкові конвеєри широко використовуються для переміщення насипних і штучних вантажів в усіх галузях промисловості і сільського господарства, при видобутку корисних копалин, в металургійному виробництві, на складах і в портах в якості елементів навантажувальних і перевантажувальних пристроїв і технологічних машин. Стрічкові конвеєри забезпечують високу продуктивність (до 30000 т/г) незалежно від довжини установки зі швидкістю транспортування до 6,3 м/с. Вони можуть бути як самостійними машинами, так і входити до складу більш складних вантажно-розвантажувальних, будівельних та шляхових машин [1,2].

Ефективність використання стрічкових конвеєрів в значній мірі визначається терміном служби стрічок та надійністю вузлів конвеєра. Особливе значення це має в складних умовах гірничих та гірничозбагачувальних підприємств. Підвищення надійності і якості конвеєрів досягається застосуванням високоміцних і довговічних гумотросових і гумотканинних стрічок, уніфікованих приводних блоків і роликів [1]. Особливі вимоги до надійності роботи окремих конвеєрів та конвеєрних ліній в цілому пояснюються тим, що вони відносяться, як правило, до нерезервованих систем.

Одним з найвідповідальніших вузлів стрічкового конвеєра є натяжний пристрій, який служить для створення такого натягу стрічки, який забезпечуватиме передачу на неї тягового зусилля від приводного барабану за допомогою тертя (тобто для притискання її до барабану з достатньою силою), а також для обмеження провисання стрічки між роликотопорами. Він повинен компенсувати подовження стрічки в разі її розтягування в процесі роботи під дією навантаження та зберігати певний запас довжини стрічки, необхідний для її ремонту при ушкодженнях. Натяжний пристрій стрічкового конвеєра характеризується величиною сили натягу, ходом натяжного барабану та характером дії (ручним, механізованим, автоматичним).

Натяжні пристрої встановлюються зазвичай на збіжній з приводу гілці стрічки, а при обмеженій довжині конвеєра – в його хвостовій частині. В останньому випадку хвостовий барабан використовується в якості натяжного. Необхідний натяг стрічки створюється вантажами чи лебідками з електричним або гідравлічним приводом. Ручні механізми натягу (наприклад, гвинто-ві) застосовуються лише на коротких конвеєрах, наприклад на перевантажниках. До натяжних пристроїв потужних, переважно кар'єрних, стрічкових конвеєрів часто ставиться вимога регулювання величини натягу стрічки в залежності від діючого опору і навантаження на неї. Це відноситься, в першу чергу, до періодів пуску конвеєра, протягом яких діють значні додаткові динамічні сили опору і виникає небезпека зриву зчеплення стрічки і буксування її на барабані (барабанах). Вантажні натяжні пристрої, що підтримують постійний натяг стрічки, для цієї мети не пристосовані і за необхідності регулювання натягу потрібно використовувати механічні, наприклад лебідкові, пристрої, які можуть здійснювати регулювання натягу стрічки в автоматичному режимі.

Таким чином, конструкція і характер дії натяжного пристрою має важливе значення для нормальної і ефективної роботи стрічкового конвеєра. Подальші дослідження повинні забезпечити засади для удосконалення цього вузла розглянутого конвеєра.

*Список літератури*

1. 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.
2. Полунин В.Г. Конвейеры для горных предприятий / В.Г. Полунин, Г.Н. Гуленко. – М.: Недра, 1978. – 324с.
3. Громадський А. С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: Навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. - 528 с.

**ВИБІР МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ КУЛЬОВИХ МЛИНІВ**

Кульові млини — найбільш розповсюджені машини з усіх відомих для тонкого подрібнення. Як тіла мелення в кульових млинах використовуються металеві кулі діаметром 30...125 мм, що заповнюють до 45% об'єму барабану. На практиці на підприємствах Кривбасу кульові млини часто завантажуються продуктом дробарок дрібного дроблення, максимальна фракція якого становить 15...20 мм, що знижує продуктивність млина та збільшує зношення його елементів. При експлуатації барабанного млина зі сталевими тілами мелення витрати на покриття зносу шарів, стержнів, футеровки та корпусних деталей складають одну з основних статей затрат на подрібнення і досягають вартості енергетичних затрат, а інколи і перевищують їх. Наприклад при збагаченні криворізьких магнетитових кварцитів вартість відновлення деталей млина, складає 30-35 % загальної вартості подрібнення.

У результаті експлуатації поверхні торцевих стінок і барабанів кульових млинів, що контактують із рудою яка подрібнюється, піддаються ударно-абразивному зношуванню. Як правило, кришки зношуються по всій поверхні, причому зношування йде нерівномірно й має різну глибину. Зношування барабанів носить місцевий характер у вигляді так званих «вимойн» різного розміру й глибини. При експлуатації кульових млинів, крім природного зношування металевих куль і футеровок, зношуються підшипники й цапфи, барабан і передавальні механізми й т.п. Розробляючи технологічний процес відновлення деталей млина, враховується ряд вихідних даних: розміри, форма і точність виготовлення деталі, її матеріал, термічна обробка, умови роботи, вид і характер дефекту, виробничі можливості ремонтного підприємства тощо.

При виборі способу відновлення деталей керуються трьома критеріями: застосовності, довговічності і техніко-економічним. Критерій застосовності є технологічним і визначає принципову можливість застосування різних способів відновлення відносно конкретних деталей. Цей критерій описується функцією:

$$K_3 = \varphi \left( M_D; \Phi_D; D_D; C_D; H_D; \sum_{i=1}^m T_i \right), \quad (1)$$

де  $M_D$  — матеріал деталі;  $\Phi_D$  — форма відновлюваної поверхні деталі;  $D_D$  — діаметр відновлюваної поверхні деталі;  $C_D$  — спрацювання деталі;  $H_D$  — навантаження, яке сприймає деталь;  $\sum_{i=1}^m T_i$  - сума технологічних особливостей способу, які визначають галузь його раціонального застосування.

За даним критерієм вибирають конкурентні способи для подальшої оцінки їх за допомогою інших критеріїв. Критерій довговічності визначає працездатність відновлюваних деталей. Його виражають через коефіцієнт довговічності, під яким розуміють відношення довговічності відновленої деталі до довговічності нової. Він визначається як функція:

$$K_D = f_1(k_C; k_B; k_{зч}), \quad (2)$$

де  $k_C$  — коефіцієнт стійкості проти спрацювання;  $k_B$  — коефіцієнт витривалості;  
 $k_{зч}$  — коефіцієнт зчеплення;

Техніко-економічний критерій — функція двох аргументів:

$$K_{m.e.} = f_2(k_{пр}; e), \quad (3)$$

де  $k_{пр}$  — коефіцієнт продуктивності способу;  $e$  — показник економічності способу.

Даний підхід до розробки технологічного процесу ремонту кульового млина дає змогу більш раціонально обрати метод відновлення торцевої кришки розвантаження кульового млина.

Є.М. ГАЛІНСЬКИЙ, магістрант, Н.І. ЦИВІНДА, канд. тех. наук,  
О.В. ЧЕРНЯВСЬКА, ст. викладач, Криворізький національний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗУБЧАСТИХ МУФТ НА ЕТАПАХ ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

В гірничо-металургійному комплексі Криворіжжя, наприклад в приводах прокатних станів, широко застосовуються зубчасті муфти. Їх використання обумовлено великою несучою здатністю та надійністю, при малих габаритах, внаслідок великої кількості одночасно працюючих зубів, що допускають значну частоту обертання.

Надійність роботи зубчастої муфти оцінюється періодом зберігання робочих характеристик при мінливих параметрів процесу прокатки. Але врахувати весь спектр параметрів, що впливають на надійність роботи без аналізу досить важко, тому метою даної роботи є дослідження підвищення довговічності зубчастих муфт на етапах проектування, виготовлення та експлуатації, що проводились на ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» в період виробничої практики.

В результаті вивчення технічної документації та актів дефектації було встановлено, що більшість відмов приводів прокатних станів пов'язано із зносом зубів втулок та обойм, їх поломкою та появою вібрацій, вище допустимого рівня, що викликані збільшенням зазору в зубчастому зачепленні. Знос зубів по товщині і довжині були наслідком молекулярно-механічного зношення, що призводить до схоплення і заїдання та фретінгкорозії. Також це пов'язано з невідповідністю просторової геометрії зубів (поздовжного і поперечного профілю зубів) умовам роботи при підвищених кутах перекосу з'єднуємих валів з більшим навантаженням.

В зубчастих муфтах зуби втулок і обойм виходять з ладу раніше, ніж інші її елементи (вали, втулки, обойми), тому довговічність зубчатого зачеплення лімітує строк служби всього вузла в цілому. З метою попередження аварійних ситуацій при поточних ремонтах замінюються втулки, знос зубів, по товщині на рівні ділильної окружності, яких перевищує 30% розмірів за кресленням. Вимір здійснюється кожні 15-20 діб. Але операція розбирання та збирання зубчастих муфт – трудоміська та вимагає зупинки прокатного стану.

Конструктори, для компенсації лінійних та кутових похибок розташування з'єднаних валів, зубчате зачеплення проектуєть з боковим зазором; зубу надають бочкоподібну форму; вінці розташовують на значній відстані один від одного в осьовому напрямку.

В процесі роботи зубчастої муфти все навантаження сприймається обмеженою кількістю діаметрально протилежних зубів. Для вирішення цієї проблеми збільшують число зубів, що передають навантаження за рахунок зміни конструкції маточини втулки, зменшують ширину зуба втулки і збільшують відстань між зубчастими вінцями втулок.

За технологічним процесом зубчасті втулки виготовляють, головним чином, з конструкційної поліпшованої сталі 45, що має низьку контактну міцність. Для підвищення надійності і довговічності роботи зубчастої муфти можливе використання більш зносостійких сталей легованих, наприклад марганцем, застосуванням поверхнево-пластичної обробки (ППД) і хіміко-термічної обробки (ХТО), наплавлення і напилення більш зносостійкими матеріалами.

З експлуатаційної точки зору, велике значення в питанні зниження зносу зубів зубчатих муфт має правильний вибір мастила, яке повинно зводити до мінімуму утворення частинок зносу, тим самими зменшуючи абразивний знос. Також мастило повинне запобігати появі контактної корозії, а згодом схоплювання та заїдання. Максимальний ефект може досягатись застосуванням мастил з присадками.

Отже дослідження зубчастих муфт приводу прокатного стану на етапах проектування, виготовлення і експлуатації, показали, що надійність їх роботи в більшій мірі залежить від умов експлуатації, що можуть весь час змінюватись і призводять до руйнування муфт.

Найбільш характерним параметром, що регламентує ймовірність руйнування може бути зношення бокової поверхні зуба.

Подальші дослідження доцільно проводити в площині безрозбірного вимірювання зносу та регулювання зубчастого зачеплення муфт, що зменшить витрати на експлуатацію.

О.М. СІНЧУК, д-р тех. наук, професор, Ю.Б. ФІЛІПП, канд. тех. наук, доцент,  
Криворізький національний університет

Ю.М. КУТОВИЙ, канд. тех. наук, професор, НТУ «Харківський політехнічний інститут»

### **ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ І УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СКІПОВИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК ШАХТ**

У процесі виїмки корисних копалин шахти змушені переходити на усе більше глибокі горизонти й здійснювати модернізацію шахтних підйомних установок. Поглиблення шахтних стовбурів приводить до збільшення потужності електроприводів підйомних установок і росту енергоспоживання шахти. Проблема впливу потужних електроустановок на живлячу мережу була й залишається однією з основних, які впливають на забезпечення необхідної якості електроенергії, що споживається електроустановками.

Для шахтних підйомних установок на зміну системи Г-Д електропривода прийшла система ТП-Д внаслідок зниження масо-габаритних показників, підвищення коефіцієнта корисної дії й зниження витрат на обслуговування. Правда, істотним недоліком цієї системи електропривода виявилася залежність коефіцієнта потужності від напруги й частоти обертання двигуна. Причому при зниженні швидкості обертання істотно знижується коефіцієнт потужності, а при пуску спостерігаються посадки мережевої напруги через пускові струми й споживану реактивну потужність.

В останні роки намітилася тенденція використання для шахтних підйомних установок регульованого електроприводу змінного струму замість електроприводів постійного струму. Це дозволить істотно підвищити потужність приводних двигунів і глибину обслуговування горизонтів шахт. Тому вирішення проблеми енергосумісності електроприводів підйомних установок і шахтних електропостачальних мереж залишається актуальною.

На підприємстві ПАТ "Кривбасзалізрудком" функціонують 4 шахти, на яких здійснюється видобуток і підйом на поверхню залізної руди: ш. Родіна, ш. Октябрська, ш. Гвардійська і ш. Терновська. Видобуток залізної руди на цих шахтах ведеться на горизонтах 1340 - 1390 метрів, а планується перехід на більш глибокі горизонти: 1400 – 1450 метрів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що графіки видобутку руди і споживання активної електроенергії підйомних установок по кожній шахті корелюються між собою, що вказує на достовірність отриманих даних по обліку видобутку руди і спожитої електроенергії. Питомі витрати електроенергії по шахтам Терновська і Октябрська складають 4 – 5 кВт·год на тону залізної руди, а на шахтах Гвардійська і Родіна – 7 -10 кВт·год, що пов'язано з менш енергоефективними системами електроприводів підйомних установок.

Питома вартість електроенергії, спожитої підйомними установками, складає для шахт Терновська, Октябрська і Родіна – 1 – 1,3 грн/кВт·год, а для шахти Гвардійська – 1,5 – 1,6 грн/кВт·год. Це пов'язано з вартістю електроенергії на шахті Гвардійська, яка отримує її від Дніпрообленерго з напругою 6 кВ по 2 класу від підстанції Гвардійська 154/6 кВ, оскільки тариф враховує витрати електропостачальника на обслуговування підстанції 154/6 кВ.

Для збереження продуктивності при переході на усе більш глибокі горизонти підйомні установки повинні мати все більшу швидкість руху підйомних посудин і більшу їхню вантажопідйомність. Аналіз параметрів підйомних установок компаній «Siemag - Tecberg GmbH», «DavyMarkham» вказує на можливість використання установок з вантажопідйомністю посудин - до 75 т, максимальною швидкістю руху – до 18 м/с, а потужністю електроприводу – до 12800 кВт.

Доповідь присвячено аналізу енергоефективності сучасних систем електроприводів підйомних установок залізрудних шахт Кривбасу.

#### *Список літератури*

1. Сінчук О.М., Філіпп Ю.Б. До проблеми реновації систем енергоспоживання залізрудних підприємств. Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика, вип. 1/2018. – С. 20-22.
2. O. Sinchuk, Yu. Filipp, M. Maksimov, R. Zaytsev. The effects of adjustable electric drives of mine hoisting equipment on the electricity quality in the power supply circuits. Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Випуск 1/2017 (37). – С. 49-55.

**СИНТЕЗ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПОЛИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ**

В зависимости от числа  $n$  управляемых параметров  $x$ , структуры области допустимых решений полипараметрического проектирования электромеханических преобразователей энергии  $D$  и вида критерия оптимальности  $f(x)$ , задача проектирования (оптимизации) приводится к различным классам экстремальных задач.

1. В случае если  $n=1$  – решается одномерная задача,  $f(x) \rightarrow \min_{a \leq x \leq b}$  (поиск минимума заданной кривой на интервале). Если  $n \geq 2$  – решается полипараметрическая задача.

2. В случае если  $f(x)$  имеет в области  $D$  единственный локальный минимум, то задача  $f(x) \rightarrow \min_{a \leq x \leq b}$  является унимодальной (одноэкстремальной) задачей проектирования, в противном случае – многоэкстремальной задачей.

3. При отсутствии ограничений на управляемые параметры  $x$  и характеристики  $\varphi(x)$  приходим к задаче безусловной оптимизации  $\min_{x \in R^n} f(x)$ . Полипараметрическая задача проектирования

$f(x) \rightarrow \min_{x \in D}$  с ограничениями типа линейных неравенств, где  $D_x = [x | x_j^- \leq x_j \leq x_j^+, j = \overline{1, n}]$  может быть сведена к задаче безусловной оптимизации относительно переменных  $z_j$  с помощью преобразования  $x_j = x_j^- + (x_j^+ - x_j^-) \cdot \sin^2 z_j$ . При наличии нелинейных ограничений задача параметрического проектирования необходимо решать задачу нелинейного программирования  $\min_x f(x)$  при  $g_i \geq 0, j = \overline{1, m}$ .

4. Задача нелинейного программирования, связанная с минимизацией выпуклой функции  $f(x)$ , которая задана на выпуклом множестве  $D$ , является задачей выпуклого программирования. Оптимальное решение  $x^*$  такой задачи задается в локальном минимуме, который является в то же время глобальным минимумом. Функция  $f(x)$  выпуклая на выпуклой области  $D$ , если для любых двух точек  $x_1, x_2$  выполняется соотношение  $f(\alpha x_2 + (1-\alpha) \cdot x_1) \leq \alpha f(x_2) + (1-\alpha) \cdot f(x_1)$ .

5. Задача выпуклого программирования (случай, когда функция выпукла на выпуклом множестве) является задачей линейного программирования, если критерий и ограничения – линейные формы от управляемых параметров  $x$  будут иметь вид  $\min_x \left( \sum_{i=1}^n c_i x_i \right)$  при  $\sum_{i=1}^n \alpha_{ki} x_i \leq b_{ki}$ ,

$x_i \geq 0, k = \overline{1, m}, i = \overline{1, n}$ . В задаче линейного программирования область  $D$  всегда выпукла.

Обобщением данной задачи является задача сепарабельного программирования, в которой критерий полипараметрического проектирования и ограничения имеют вид сумм из  $n$  одномерных функций только одного переменного. В ряде случаев можно осуществить переход от задачи нелинейного программирования к задаче сепарабельного программирования.

6. Задачи с дополнительным требованием, чтобы управляемые параметры  $x$  принимали только дискретные значения, являются задачами дискретной оптимизации ( $D$  – дискретное множество). Если все управляемые параметры  $x$ , могут быть только целыми неотрицательными числами, то задача дискретной оптимизации является задачей целочисленного программирования. В качестве примера приведем задачу об оптимальном проектировании турбогенератора, которая при целочисленном линейном программировании с булевыми переменными (0 или 1)

имеет вид  $f(x) = \left( \sum_{i=1}^n c_i x_i \right) \rightarrow \max_x$  при  $\sum_{i=1}^n \alpha_i x_i \leq b_i, i = \overline{1, n}, x_i = 0$  или 1.

Трактовка может быть такая – турбогенератор содержит различные каналы охлаждения статора  $n$  различных видов. Канал  $i$ -го типа характеризуется геометрической формой  $a$  и уровнем теплообмена (полезностью)  $c_i$ . Максимальная тепловая нагрузка, которую необходимо отвести из машины –  $b$ . Требуется снабдить статор турбогенератора такими каналами охлаждения (по форме и количеству), чтобы максимизировать функцию полезности (теплообмена)  $f$  и не снизить необходимую тепловую нагрузку системы охлаждения машины. В данном случае, если  $x_i=0$ , то каналов охлаждения геометрической формы  $i$ -го типа нет (т.е. в них нет необходимости), если  $x_i=1$  – то тогда необходимость в таких каналах имеется.

О.В. ЗАМИЦЬКИЙ, д-р тех. наук, професор, Б.М. ЛІТОВКО, канд. тех. наук, доцент, М.І. ШЕПЕЛЕНКО, аспірант, Криворізький національний університет

## ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ АДЕКВАТНОСТІ ЗАГАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОБЧИСЛЕННЯ СЕПАРАЦІЇ ГЕТЕРОГЕННОЇ СУМІШІ У ВІДЦЕНТРОВОМУ ПОЛІ

Основною задачею на промислових підприємствах є дотримання політики максимального енергозбереження. Саме поглиблений аналіз структури виробництва енергетичних ресурсів та їх розподілу поміж виробничими технологіями дає можливість досягнути найбільшого енергозбереження.

Як відомо при підготовці стисненого повітря та розподілу поміж пневмоприймачами виробництва, існує проблема в його постійному забрудненні. При транспортуванні стиснутого повітря в повітропроводі та подачі повітря в збірники повітря, воно охолоджується, що приведе до конденсації мастила та вологи. Так як для первинного повітря, характерним є забруднення механічними домішками, витікає потреба в додатковій підготовці.

Процес охолодження та очищення стисненого повітря в апаратах типу «труба Вентурі – відцентровий краплевловлювач» безпосередньо заснований на контакті часток пилу та крапель розпиленої води, з її подальшою сепарацією. Такі апарати можуть використовуватись не тільки, як устаткування для очищення та підготовки стисненого повітря, а також в якості теплообмінного апарату змішуючої дії.

При дослідженні та проектуванні процесів сепарації в газорідній суміші мають широке розповсюдження загальні засоби обчислень. Зазвичай виконання математичного моделювання перетворюється в складну задачу, що потребує значної кількості часу та сил, тим паче якщо виникає потреба дослідити процеси сепарації в реальному промисловому об'єкті, який зазвичай має складну конструкцію та значні габарити. Розробка адекватних фізичних моделей, можлива при переході від складних розрахунків до засобів автоматизованих систем проектування.

Використання труб Вентурі в мокрій газовій очистці знайшло широке розповсюдження. Це пояснюється рядом переваг: очищення від пилу є одночасно швидкісним та ефективним, при достатньо простій конструкції апарату. Процес пиловловлення безпосередньо заснований на контакті часток пилу та крапель розпиленої води, з її подальшою сепарацією. В основі такого методу стоять багаторазові повторювальні фізичні процеси взаємодії крапель та частин пилу в момент проходження суміші через елементи скрубера Вентурі [1].

В якості об'єкту моделювання було обрано зменшену в 20 разів модель сепаратора з роботи [2]. Принцип дії заснований на тангенціальній подачі гетерогенної суміші в циліндричний корпус. Така геометрія устаткування провокує до появи відцентрової сили потоку, що призведе до початкової сепарації вологи. Специфічна аеродинаміка конструкції провокує породження фізичних процесів, в яких спостерігається одночасний вплив на потік гетерогенної суміші декількох факторів: раптова зміна режиму руху (обертання, кривизна внутрішніх стінок), відрив прикордонного шару, градієнти температури і тиску, турбулентність та інше.

За результатами моделювання та дослідженням її засобами автоматизованого проектування розроблено макетну модель, яку можливо використовувати на лабораторному стенді для перевірки адекватності даних математичного моделювання. Така модель дозволить встановити раціональні параметри відцентрових краплевловлювачів системи пневмозабезпечення гірничого устаткування.

Доповідь присвячено обґрунтуванню доцільності використання імітаційного моделювання, як бази для дослідження сепараційних об'єктів, що дозволяє значно скоротити час та ресурси на виготовлення об'єкта досліджень.

### Список літератури

1. Довгалюк В.Б. Ймовірнісна блок-схема моделювання процесу пило очищення газів в скруберах Вентурі / В.Б. Довгалюк, І.О. Качан // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: науково-технічний збірник. – Вип. 19 – К.: КНУБА, 2016. – С.131-136.
2. Декл. пат. 52028. Україна, МКИ В04С1/00, В04С5/103, В04С5/16. Сепаратор капельної вологи/ М.І. Великий, О. В. Замыцкий, Б. М. Литовко, В. А. Трегубов. – Оубл. 16.12.2002, Бюл. № 12.–2 с.



## ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З НАКОПИЧУВАЧАМИ ЕНЕРГІЇ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Автомобільні вантажні перевезення є одним з найбільше швидко зростаючих факторів, що впливають на загальний обсяг викидів парникових газів у транспортному секторі міст. У найближчі десятиліття електричні вантажівки є багатообіцяючою альтернативою звичайним, в основному дизельним вантажним автомобілям.

Аналіз досліджень та публікацій. На основі технологічних параметрів акумуляторів, особливостей режимів роботи вантажних автомобілів були розглянуті напрямки розвитку силового електрообладнання вантажних автомобілів.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз характеристик акумуляторних батарей вантажних автомобілів, дослідження способів їх зарядки та розвитку відповідної інфраструктури.

Викладення матеріалу та результати. Транспортні засоби, що працюють на електриці, навіть після зарядки-розрядки акумулятора й втрат при передачі, як правило, приблизно у два рази ефективніше звичайних транспортних засобів. Перспективним напрямком є використання на далеких перевезеннях індуктивної зарядки під асфальтним покриттям або підживлення від повітряного контактного проведення над дорогою. При використанні контактних проводів або динамічної індукції необхідна ємність акумулятора на борті може бути значно знижена, що може привести до появи електричних трансмісій для перевізників на значні відстані.

Щільність енергії дизеля приблизно в 40 разів вище, ніж у батарей, якщо взяти до уваги прогнозоване поліпшення якості батареї в 3 рази протягом наступних 15-20 років. При збільшенні щільності енергії в 10 разів батареї будуть працювати з коефіцієнтом щільності енергії в 12 разів нижче. Електричні приводні механізми більше економічні, чим звичайні приводні механізми. Отже, батареї не повинні мати таку ж щільність енергії, як дизель, але можуть бути приблизно в 3 рази нижче для досягнення того ж діапазону, що й автомобілі з дизельним двигуном.

Для забезпечення прийнятної дальності руху, що знижує корисне навантаження електричної вантажівки, необхідні масивні акумулятори.

Однак відсутність коробки передач і менша вага двигуна частково компенсують це й приводять до додаткової ваги близько 600 кг, указують експерти. Крім того, обмежений радіус дії є проблемою тільки в тому випадку, якщо транспортний засіб не повертається в центральне депо для зарядки протягом ночі.

У США розробляються акумуляторні електромобілі для різних застосувань. Корпорація Valqon в порту Лос-Анджелеса експлуатує повністю електричну малотоннажну вантажівку для операцій по перевезенню різних вантажів. Модель Nautilus XE20 оснащена літій-іонним акумулятором потужністю 140 кВт·ч, що живить електродвигун потужністю 150 кВт. На автомобілі встановлена повністю автоматична коробка передач із чотирма швидкостями. Ця конфігурація забезпечує діапазон руху від 150 км (без навантаження) і до 80 км (при навантаженні) для максимальної сукупної вантажопідйомності 40 тонн і максимальної швидкості 40 км/ч.

Висновки та напрямки подальших досліджень.

1. Електричні вантажівки в основному розглядаються як альтернатива звичайним транспортним засобам для перевезення товарів по місту.
2. Подальше розширення використання електричних вантажівок в межах міста залежить від подальшого розвитку акумуляторних технологій, а також розвитку енергетичної інфраструктури для зарядки транспортних засобів, особливо мережі швидкої зарядки.

### Список літератури

1. Аносов В. Н. Методы и средства повышения эффективности систем тягового электропривода автономных транспортных средств // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, - Новосибирск, 2008. - 35 с.

## КОМБІНУВАННЯ ГЕЛІОСИСТЕМ ТА ПАРОТУРБІННИХ УСТАНОВОК

Теплові сонячні електростанції мають проміжну стадію. Спочатку сонячна енергія перетворюється в тепло і передає його робочій рідині (теплоносію) перетворюючи рідину в пару. Потім пара подається на парогенератор, де вже відбувається процес отримання електроенергії схожий з іншими тепловими електростанціями.

При існуючих на сьогодні в найближчу перспективу вартісних показниках нестандартного обладнання сонячних електростанцій, такого як геліостати і автоматизована система управління полем геліостатів, сонячний парогенератор з вежею, система акумулювання енергії та ін., а також вартість органічного палива, техніко-економічні показники сонячних електростанцій, тобто питомі капіталовкладення, собівартість, наведені витрати і т.д., значно поступаються аналогічним показникам для теплоелектростанцій. Для того, щоб баштові сонячні електростанції з термодинамічним циклом перетворення стали конкурентоспроможними з традиційними електростанціями, необхідно домогтися зниження капіталовкладень в них принаймні на порядок, а собівартості - в 35-40 разів.

Різке зниження питомих капіталовкладень на сонячно-паливній електростанції може бути отримане завдяки тому, що питомі витрати на паливну частину сонячно-паливної електростанції набагато нижче аналогічних витрат на традиційних теплоелектростанціях, що пояснюється використанням на них лише одного елемента звичайної теплоелектростанції - парогенератора, причому цей елемент органічно пов'язаний з усією тепловою та технологічною схемою сонячної електроустановки.[1]

У порівнянні з роздільним виробництвом електричної енергії на сонячній і тепловій електростанціях не лише знижуються витрати, але і зберігаються площі під розміщення паротурбінної установки, допоміжного тепломеханічного обладнання, електротехнічного господарства і т.д.

Котельня установка сонячно-паливної електростанції складається з серійного газомазутного парового котла і сонячного парогенератора полосного типу, поверхня нагріву якого включена лише в тракт первинної пари котла після виходу з настінних екранів. Пара, що генерується у паливному парогенераторі і підігріта в сонячному парогенераторі, проходить через встановлений безпосередньо біля котла паровий теплообмінник, в якому передає частину свого тепла вторинній парі, потім надходить у ширмовий пароперегрівач і далі проходить через наступні конвективні пакети первинного пароперегрівача, в яких догрівається до номінальної температури.

Таким чином, в даній схемі сонячний теплоприймач вбудований в тракт первинної пари котла, а остаточний перегрів як первинної, так і вторинної пари здійснюється в паливному парогенераторі, що дозволить забезпечити стабільність номінальних параметрів пари в режимах спільної роботи сонячного теплоприймача і котла на органічному паливі, незалежно від інтенсивності сонячної радіації шляхом відповідного впливу на витрату палива, що спалюється в котлі органічного палива. В цих режимах з метою максимальної економії палива слід прагнути до максимально можливого використання тепла сонячної радіації. Виконання сонячного теплоприймача без вторинного пароперегрівача дозволяє не лише спростити його конструкцію, але і відмовитися від додаткових громіздких і довгих паропроводів вторинної пари і тим самим істотно скоротити теплові і гідравлічні втрати на тракті вторинної пари, а також знизити вартість котельної установки.[2]

Температурний режим сонячного теплообмінника підтримується в залежності від щільності падаючого від геліостатів теплового потоку збільшенням витрати пари, а температурний режим пароперегрівача паливного парогенератора - впливом на витрату палива і вприсками палива.

Доповідь присвячено обґрунтуванню доцільності комбінування сонячних та паливних електростанцій, їх будову і принцип роботи, а також перспективу використання сонячно-паливних електростанцій.

### Список літератури

1. Самсонов А. Момент истины солнечной энергетики / А. Самсонов // Экология и жизнь. – 2012. – № 9 (130). – С. 27-34.
2. Щербина А. Солнечные коллекторы [Текст] / А. Щербина // Красивая усадьба. – 2008. – № 1. – С. 64–66.
3. Мхитарян Н.М. Солнечная энергетика. – К.: Вища школа, 2005. – 385 с.

**КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕЛІОУСТАНОВОК**

Розвиток і застосування технології сонячних батарей пов'язано з деякими труднощами як фундаментального, так і прикладного характеру [1].

З фундаментальної точки зору, потік сонячної енергії, що падає на встановлений під оптимальним кутом фотоелемент, сильно залежить від широти, сезону і клімату. Крім того, різні атмосферні явища, такі як туман, хмари, пил і ін. не лише змінюють спектр та інтенсивність падаючого на поверхню Землі сонячного випромінювання, але і змінюють співвідношення між прямим і розсіяним випромінюваннями, що значно впливає на деякі параметри фотоелементів, які визначають ефективність роботи сонячних електростанцій.

До проблем прикладного характеру можна віднести наступні питання. Як правило, пік електроспоживання припадає на вечірні години. Фотоелектричні перетворювачі саме в ранкових і вечірніх сутінках працюють з порівняно меншою ефективністю. Крім того, вироблена ними електроенергія може різко і несподівано коливатися через зміни погоди. Для подолання цих недоліків на сонячних електростанціях використовуються ефективні електричні акумулятори, або сонячну радіацію перетворюють в інші види енергії. Проблема залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов вирішується за допомогою сонячних аеростатних електростанцій.

Ефективність перетворення фотоелектричних елементів падає при їх нагріванні, тому виникає необхідність в установці систем охолодження. Зазвичай використовують водяне охолодження. У фотоелектричних перетворювачах третього і четвертого покоління використовують для охолодження перетворення теплового випромінювання у випромінювання найбільш узгоджене з поглинаючим матеріалом фотоелектричного елемента, що одночасно підвищує ККД фотоелемента.

Існує також і екологічна проблема, пов'язана з утилізацією фотоперетворювачів, що відпрацювали термін служби. Зокрема, застосування кадмію при виробництві деяких типів фотоелементів, з метою підвищення ефективності перетворення, ставить питання їх утилізації згідно з відповідними вимогами, яке теж не має поки прийнятного з екологічної точки зору рішення.

На сьогоднішній день порівняно висока ціна сонячних фотоелементів також є гальмуючим фактором застосування технології сонячних батарей. З появою нових підходів в технології виготовлення фотоперетворювачів і нових конструктивних рішень при створенні сонячних електростанцій цей недолік долається. У період 2000 -2018 рр. ціни на фотоелементи знижувалися в середньому на 4-4,5% на рік [2].

ККД сонячного модуля визначається як відношення максимальної потужності модуля до загальної потужності випромінювання, що падає на його поверхню при стандартних умовах, і може бути в межах 15-40%. Для отримання необхідної потужності і робочої напруги модулі з'єднують послідовно або паралельно. Потужність отриманої таким чином сонячної батареї завжди нижче, ніж сума потужностей модулів. Втрати на неузгодженість можна гранично знизити шляхом ретельного підбору модулів в батареї.

Робоча точка батареї, підключеної до навантаження, не завжди збігається з точкою максимальної потужності з тієї причини, що положення останньої залежить від умов освітленості і температури навколишнього середовища. Підключення до батареї навантаження може зрушити робочу точку системи в область мінімальної потужності. Тому для узгодження сонячної батареї з навантаженням в систему включають перетворювач напруги. Таким чином, основними компонентами простої системи сонячної батареї є фотоелементи, регулятор відбору потужності батареї, акумулятор, інвертор і додаткові компоненти до них. Від ретельного підбору яких багато в чому залежить продуктивність сонячної батареї [3].

Доповідь присвячено обґрунтуванню основних критеріїв вибору оптимальних параметрів сонячних енергетичних установок для використання їх у комунальному господарстві та виробництві.

*Список літератури*

1. Глиберман А. Я. - Кремниевые солнечные батареи, 1993
2. Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей. М.:Наука, 1985. – 193 с.
3. Мхитарян Н.М. Солнечная энергетика. – К.: Вища школа, 2005. – 385 с.

## ПОШУК ОПТИМАЛЬНОГО ПОЄДНАННЯ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Розвиток малої розподіленої енергетики є одним із пріоритетних напрямків енергетичної стратегії України. Технічною одиницею малої розподіленої енергетики є локальні енергосистеми – ізольовані системи електропостачання з генеруючими установками, розташованими в безпосередній близькості від споживача. Як генеруючі установки доцільно і найбільш ефективно використовувати енергоустановки на основі відновлюваних джерел енергії.

Зазвичай, основними критеріями вибору відновлюваних джерел енергії є: потужність, що розвивається, вартість електроенергії, що виробляється, розміри і вартість застосовуваних енергоустановок, частка заміщення вуглеводневого палива, відстань від поновлюваних джерел до мереж централізованого електропостачання.

Однак перераховані критерії не враховують основний недолік відновлюваної енергії - її мінливість. Вироблення електроенергії сонячними і вітроенергетичними установками дуже залежить від погодних умов, зміна яких має випадковий характер. Тому в локальних енергосистемах з відновлюваними джерелами присутні ризики електропостачання споживачів, пов'язані з мінливістю енергоносія. Наслідки від цих ризиків полягають у високій ймовірності порушення електропостачання споживачів.

Необхідність методики вибору оптимального поєднання відновлюваних енергоносіїв з урахуванням випадкового характеру зміни погодних умов полягає в тому, що за однакової сумарно встановленої потужності і вартості різні поєднання енергоустановок на основі відновлюваних джерел енергії можуть мати різний експлуатаційний ризик електропостачання. Методики розрахунку експлуатаційного ризику електропостачання при використанні поновлюваних енергоносіїв відсутні.

Для локальних систем електропостачання з відновлюваними джерелами енергії характерні дві групи ризиків: систематичні ризики і несистематичні ризики. Систематичного ризику в рівній мірі піддаються всі системи електропостачання. Його не можна виключити. Прикладами систематичних ризиків є: законодавчі, фінансові, політичні ризики та ін. Несистематичний ризик є власним для кожної конкретної системи електропостачання. До несистематичних ризиків відносяться: ризики мінливості енергоносія, ризики наявності споживачів, ризики попиту і пропозиції. Величину несистематичних ризиків можна зменшити при проектуванні системи електропостачання шляхом вибору оптимального поєднання відновлюваних джерел.

Найбільш небезпечним для споживачів є ризик мінливості енергоносіїв. Залежність вироблення електроенергії відновлюваними джерелами від випадкового характеру зміни погодних умов може призвести до додаткових витрат на вуглеводневе паливо; зупинки технологічного процесу; втрати інформації; фінансових збитків.

Для обліку мінливості відновлюваної енергії пропонується ввести новий критерій - експлуатаційний ризик електропостачання споживачів. Він визначає ймовірність неотримання споживачами необхідної потужності внаслідок випадкового характеру зміни погодних умов. При виборі оптимального поєднання відновлюваних енергоносіїв в локальній енергосистемі, необхідний розрахунок як основних критеріїв, так і експлуатаційний ризик електропостачання споживачів. Даний розрахунок розроблений в роботах багатьох вчених [1].

Доповідь присвячено обґрунтуванню методики вибору оптимального поєднання відновлюваних джерел енергії з урахуванням експлуатаційного ризику електропостачання споживачів.

### Список літератури

1. **Ахметжанов Р.А.** Повышение эффективности использования солнечной и ветровой энергии для теплоснабжения сельскохозяйственных потребителей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / **Р.А. Ахметжанов.** - Челябинск: Изд-во ЧГАУ, 2005. - 23 с
2. **Худoley В. Ю.** Концептуальні основи формування енергоефективності промисловості з використанням альтернативних вуглеводневих та інших джерел енергії [Текст] / **В. Ю. Худoley** // Формування ринкових відносин в Україні. – 2008. – № 4. – С. 101–107.
3. **Прокіл, А.** Сучасні підходи до енергозабезпечення людства в умовах формування суспільства сталого розвитку / **А. Прокіл** // Економіка України. – 2012. – № 5. – С. 85-91.

С.Л. БОНДАРЄВСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач, Ж.Г. РОЖНЕНКО, канд. тех. наук, доцент, Криворізький національний університет

## ВИКОРИСТАННЯ КРОКОВИХ ДВИГУНІВ В ПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

В Криворізькому національному університеті розроблений та виготовлений стенд для аналізу режимів роботи відцентрового вентилятора. Найпростішим методом керування продуктивністю вентилятора є зміна положення засувки у повітропроводі. Сучасні механізми регулювання продуктивності оснащені системами дистанційного позиціонування, одним з варіантів яких може бути побудований на базі крокового двигуна (КД).

Розповсюдження надійних та відносно невеликої вартості ключових елементів дало поштовх широкому використанню КД в різноманітних системах електроприводу. Крокові двигуни мають беззаперечні переваги та малу кількість недоліків. Систему управління КД достатньо легко оптимізувати під конкретні потреби, що додатково доводить його універсальність.

Для повороту засувки було обрано двофазний біполярний КД. При використанні прямого керування КД в стенді, завдяки досить великому моменту інерції засувки, спостерігалась вібрація останньої навколо її сталого стану. Засоби боротьби з цим явищем широко відомі та полягають у модуляції вхідної напруги на фазах двигуна, тобто формування струму наближеного до синусоїдального. Зазвичай, для цього використовуються відповідні драйвери (в стенді використано драйвер *MP8825*), що мають повно керований міст на виході.

Для формування керуючих імпульсів використовується допоміжний контролер, який отримує завдання на напрямок руху та кут повороту. Бажано щоб контролер одержував цю інформацію по локальній мережі, тобто підтримував роботу в мережі за відомим інтерфейсам та протоколам (*RS485, Modbus*).

Наразі, найбільш поширеними в вбудованих мікропроцесорних системах є 32-х розрядні процесори побудовані на базі *ARM Cortex*, наприклад, мікропроцесори *STM32* фірми *STMicroelectronics*.

Враховуючи універсальність стенду в стенді використано тестову плату лінії *DISCOVERY UM0919*, що дозволило відмовитись від виготовлення плати, монтажу та налаштування контролера.

При всій привабливості використання КД в позиційних системах (відсутність зворотного зв'язку в системах не високої точності) є суттєвий недолік – відсутність фіксації у початковому стані. Для керування положенням засувки від системи керування верхнього рівня (*SCADA* системи) до контролера приходять тільки значення кута повороту відносно початкового стану. Таким чином, в системі повинен бути присутнім датчик положення засувки.

Для фіксації початкового стану приводу, якому відповідає положення при повністю відкритій засувці, в стенді використовується датчик початкового положення – кінцевий механічний мікровимикачем, який запрацьовує при натисканні механізму повороту засувки.

Алгоритм роботи полягає у наступному: після включення стенда обирається напрямок руху на закриття засувки та КД обертається до спрацювання кінцевого вимикача. В робочому режимі за заданим кутом повороту розраховується кількість необхідних кроків двигуна та на драйвер подається відповідна кількість імпульсів. Драйвер КД керується шістьма вхідними сигналами: напрямок обертання, зробити крок, вибір величини кроку (три сигнали), дозвіл роботи. Таким чином, контролер отримує по локальній мережі (*RS485, Modbus*) завдання, розраховує напрямок руху і необхідну кількість кроків двигуна та формує дискретні сигнали на виходах обраних портів контролера. Програмування контролерів *STM32* на низькому рівні процес досить складний та з точки зору навчання студентів електротехнічного напрямку не є пріоритетним. Для спрощення процесу програмування *STM32* фірма *STMicroelectronics* розробила досить простий безкоштовний візуальний конфігуратор *STM32CubeMX* та бібліотека функцій *HAL*, які дозволяють повністю обрати режими роботи контролера та отримати шаблон проекту.

Остаточна розробка програми та завантаження її в контролер виконується в демонстраційній версії програмного середовища *Keil uVision*.

С.Л. БОНДАРЄВСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач, Ж.Г. РОЖНЕНКО, канд. тех. наук, доцент, Криворізький національний університет

## ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО ОБМІНУ ДАНИМИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ

При розробці автоматизованих систем диспетчерського управління постає питання віддаленого зв'язку між компонентами системи. Використання звичного дротового з'єднання потребує значних матеріальних витрат (при відсутності вже існуючих кабельних ліній) та має дуже низьку захищеність від вандалів. Тому логічним варіантом є питання побудови бездротового радіоканалу. Серед можливих варіантів одним з найбільш привабливих є використання системи стільникового зв'язку з використанням *GSM* модемів.

*GSM* модем являє собою бездротової модем, який працює з *GSM*-мережами та забезпечують передачу даних з будь-якої точки земної кулі, охопленої стільниковою мережею. *GSM*-модеми підтримують загальний та розширений набір *AT* команд, котрі визначені стандартом *GSM*.

Використання *GSM*-модему є доступним та сприятливим варіантом віддаленого доступу в розгалужених системах, тому постає питання надбання студентами відповідних знань та навичок. З цією метою на кафедрі електромеханіки Криворізького національного університету були розроблені та впроваджені відповідні лабораторні роботи. Враховуючи позитивний досвід використання на кафедрі електронного обладнання вітчизняного виробника «ТОВ Овен», для цього було обрано контролер ПЛК100 та *GSM*-модем ПМ01.

Налаштування зовнішнього обладнання не підтримується засобами системи програмування контролера (*CoDeSys*). Тому виробники контролера розробили зовнішні бібліотеки, для підтримки різноманітного додаткового обладнання. Альтернативою використанню зовнішніх бібліотек є розробка виробником відповідної «прошивки» контролера, яка дозволяє побудувати потрібний проект без використання бібліотечних функцій, не вдаючись в усі тонкощі та особливості обладнання та відповідних протоколів.

В *GSM*-мережах, зазвичай, використовують три способи передачі даних: *Circuit Switched Data (CSD)*, *Short Message Service (SMS)* та *General Packet Radio Service (GPRS)*. Спосіб *CSD* має ряд недоліків, та деякі оператори мереж від нього відмовляються.

Розроблені на кафедрі лабораторні роботи орієнтовані на обмін *SMS* повідомленнями та обмін по *GPRS* каналу. Обмін *SMS* повідомленнями не орієнтовано на спеціальний режим доступу до мережі, тобто може використовуватися будь-яка *SIM*-карта, що спрощує доступ до мережі. Робота з *SMS* повідомленнями для *GSM*-модема ПМ01 та контролерів ПЛК-100/150/154/110 базується на використанні зовнішньої бібліотеки компанії «ТОВ Овен» *SmsOwenLib* для системи програмування *CoDeSys* 2.3.

Найбільш доцільним для побудови каналу віддаленої передачі даних є використання режиму *GPRS*, який надає можливість передачі з значно більшою швидкістю з оплатою за використаний трафік. Такий канал використовує передачу даних по протоколу *Modbus TCP*.

Найбільшою незручністю такого обміну є необхідність використання *SIM* карти з можливістю доступу до Інтернету (зараз практично є у всіх тарифних планах) але з статичним *IP* адресом, що потребує додаткових витрат.

В зв'язку з поширення саме обміну з використанням *GPRS*, для ПЛК100 побудова такого каналу зв'язку реалізована не через бібліотеку, а за допомогою прошивки контролера. Налаштування *TCP/IP* контролера повинні співпадати з *TCP/IP* налаштуваннями *SIM* карти. Інтерфейс *Ethernet* ПЛК, на жаль, не може бути використаний ні як комунікаційний, ні для зв'язку з *CoDeSys* (бажано порт залишити вільним), але для програмування можна використати порт *USB*, а як комунікаційний – порти *RS485* та *RS232*.

Після завантаження програми треба налаштувати *TCP/IP* параметри контролера (*IP*, *GATE*, *MASK*) відповідно до параметрів *SIM* карти. Для перевірки роботи створеного каналу в лабораторній роботі встановлюється зв'язок з *OPC* сервером, який працює в режимі *master*, тобто при налаштуванні сервера потрібно задати *IP* адрес *SIM* карти.

С.Л. БОНДАРЄВСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач,  
Криворізький національний університет

## СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Енергія Сонця знайома людям з самого народження. Без цієї енергії не існувало б життя на нашій планеті. Практично всі форми і види енергії, крім атомної та термоядерної, можна вважати вторинними по відношенню до променистої сонячної енергії випромінювання. В даний час Сонце продовжує залишатися основним і найбільш потужним джерелом енергії на Землі взагалі і світлової енергії зокрема. Отже питання пов'язані з перетворенням енергії Сонця за допомогою сонячних панелей є актуальними.

Наразі на кафедрі електромеханіки Криворізького національного університету побудовано стенд «Програмно-апаратний комплекс Solar Panels», що дозволяє знімати різноманітні електричні характеристики сонячних панелей (СП) і в якому реалізовано наступні функціональні можливості:

- включення джерел штучного освітлення та комутація сонячних панелей (послідовне / паралельне / незалежне з'єднання) здійснюється в ручному режимі безпосередньо на стенді або дистанційно з використанням програмованого логічного контролера (ПЛК);
- при ручній комутації використовувати вимірювальні прилади (амперметри / вольтметри), що вбудовані в стенд, а при дистанційному – АЦП, що наявне на борту ПЛК;
- підключення навантаження проводиться аналогічно комутації СП і не залежить від обраного режиму роботи стенда;
- заміри напруги холостого ходу та струму короткого замикання для будь-якого з варіантів комутації панелей та навантаження;
- заміри напруги та струму (при різних положеннях джерела штучного освітлення) для варіантів підключення панелей: будь-яка одна панель / будь-які дві панелі з'єднані паралельно / три панелі з'єднані паралельно / будь-які дві панелі з'єднані послідовно / три панелі з'єднані послідовно на різне навантаження згідно комбінацій: світлодіодна стрічка / вентилятор / світлодіодна лампа;
- використання віртуальної частини стенда з збереженням усіх функціональних можливостей фізичного стенда.

Згідно наведених вище можливостей стенд передбачає 55 варіантів комутацій сонячних панелей та навантажень.

Додатково у середовищі розробки прикладних програм LabVIEW реалізовано віртуальну частину стенду. Структура віртуального стенду складається з трьох VI файлів: «Меню», «Перший дослід», «Другий дослід» та трьох глобальних змінних. Файлом навігатором є файл «Меню», який дозволяє перейти до одного з головних VI-файлів. Для цього використовуємо структуру «Event Case» та блоки «Open VI Reference» – для завдання місця файлу, «Close Reference» – для закриття файлу «Меню» та перехід до потрібного нам досліді.

Після переходу у головне вікно стенда в розділі «Розрахункова частина» записуються дані, що необхідні для розрахунку певної робочої точки ВАХ. Після натискання кнопки «Розрахувати» розраховується значення робочого струму. Блок-схема реалізації розрахункової частини виконана з використанням функції Formula Node та мови MathScript.

Отримані розрахункові параметри заносяться до проміжної таблиці даних, для чого в головному вікні в розділі «Таблиця для запису» активується таблиця (переведенням тумблера в верхнє положення). Запис даних проводиться шляхом переміщення повзунка до необхідного рядка з подальшим його натисканням. Програмою передбачено запис десяти розрахункових параметрів.

Наступним кроком для побудови ВАХ необхідно в головному вікні в розділі «Таблиця для збереження» обрати необхідну таблицю, в якій і будуть збережені дані. За необхідності можливо обрати вже збережену таблицю з даними і скорегувати їх шляхом занесення оновлених параметрів в «Таблиці для запису», як було описано вище.

Результатом роботи віртуального стенда є побудова двох накладених ВАХ – перша побудована за розрахунковими даними, друга – за апроксимованими.

С.Л. БОНДАРЕВСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач, Ж.Г. РОЖНЕНКО, канд. тех. наук, доцент, Криворізький національний університет

### **НАВЧАЛЬНИЙ СТЕНД «КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ ПРИЛАДАМИ ТОВ «ПРОМФАКТОР»**

В сучасних електромеханічних системах, системах промислової автоматики та електропостачання неможливо обійтися без комутуючих та захисних пристроїв, номенклатура яких як по призначенню так і по виробникам дуже поширена.

Підготовка фахівців, які мають навички в питаннях розробки, налаштування та експлуатації електромеханічних систем є актуальним питанням. Тому в Криворізькому національному університеті в навчальний процес впроваджуються лабораторні роботи по вивченню електричних апаратів для чого створено декілька відповідних стендів. Серед цих стендів переважають стенди статичного типу, тобто стенди на яких встановлені зразки окремих апаратів або взагалі їх фотографії. Для більш глибокого вивчення була запропонована конструкція стенду, де зібрана діюча схема найбільш поширених електричних апаратів. У стенді використовуються сучасні пристрої комутації, захисту та керування національного виробника ТОВ «Промфактор».

Розроблена система керування асинхронним трифазним двигуном (АД) з короткозамкненим ротором з автоматичним вводом резерву (АВР) та можливістю його реверсу. Для системи керування АД були використані електричні комутаційні апарати: контактори, магнітні пускачі. Для захисту – автоматичні вимикачі, теплові реле, для керування та сигналізації – кнопки та індикаторні лампи. Як приклад використання реле напруги, запропонована розробка системи автоматичного вводу резерву. Стенд побудований в сталевій шафі настінного монтажу з прозорою лицевою частиною. Усе внутрішнє обладнання закріплено на задній стінці шафи або безпосередньо, або за допомогою ДІН рійок.

Основні елементи обладнання стенду: модульний автоматичний вимикач: АВ2000 (одно, двох та триполюсні автомати); реле напруги РМ КН 13; магнітні пускачі ПММ-1/6.

Захисне та допоміжне обладнання стенду: теплове реле РТ-2 (для захисту АД від перевантажень, тривалого запуску та обриву фази); диференційний автомат АЗВ-2 зі струмом спрацювання 30 мА (захисне відключення при пробі ізоляції); реле затримки включення РМ Т 14 4 (можливість регулювання затримки від 0,1 секунди до 100 годин); кнопкові вимикачі та світло-сигнальна апаратура.

Найбільш цікавим пристроєм стенда є модульне реле напруги РМ КН 13 (рисунок 2.2), яке призначено для контролю напруги мережі живлення при зміні параметрів мережі вище або нижче встановлених меж. Реле виконано з застосуванням мікропроцесора та виконавчого реле, яке забезпечує гальванічну розв'язку виконавчого кола. При виникненні аварії змінює свій стан перекидний контакт виконавчого реле. Усі налаштування реле проводяться за допомогою кнопок на лицевій частині реле та відображаються на дисплеї.

При виникненні бід якої несправності в нижній частині рідкокристалічного дисплея виводиться причина аварії.

Таким чином наявність перекидного контакту дозволяє керувати контакторами вводів АВР (електричне блокування), а функції захисту цілком задовольняють вимогам до АВР

Конструкція стенду дозволяє продемонструвати роботу системи АВР, систем керування та захисту електричних двигунів. Передбачена можливість налаштування обладнання та внесення навчальних несправностей, наприклад, невірне чергування фаз, обрив фази, порушення «ізоляції» на «землю», окремі «обриви» проводів тощо.

При виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Експлуатація та ремонт електромеханічного обладнання», студенти під наглядом викладача шукають та ліквідують ці несправності. Також вони отримують навички в налаштуванні реле напруги та реле часу.

Враховуючи, що стенд являє собою типову релейну схему, для демонстрації можливостей віддаленого керування та індикації була розроблена система з використанням програмованого контролера Овен ПЛК – 100 та операторської панелі АВВ СР635. На панелі розміщені усі елементи індикації та «кнопкові вимикачі».



С.Л. БОНДАРЕВСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач,  
Криворізький національний університет  
С.В. КІКОВКА, менеджер зі збуту електротехнічної продукції ТОВ «ДЕК Альтера»

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ЗАСОБАМИ ЧИСЕЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ ПАКЕТІВ**

Тепловий аналіз електричних машин є важливим завдяки збільшенню частки енергоефективного електроприводу та компактних машин. Це особливо важливо для аерокосмічної та автомобільної галузей, де розмір, вага та ефективність є основополагаючими факторами при конструюванні машин. У сучасній науковій літературі з проектування електричних машин не приділяється належної уваги тепловим розрахункам або при розрахунках використовуються спрощені теплові схеми заміщення, які не дозволяють уявити загальний тепловий стан електричної машини, особливо це стосується закритих електричних машин.

Наразі, бурхливий розвиток ЕОМ дозволяє вирішувати практично будь-які задачі з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. В цьому випадку актуальним постає питання правильного вибору програмного забезпечення та методу розрахунку, від яких залежить точність, час і багато інших параметрів розрахунку. Саме це питання, як зазначалось вище, не отримало широкого розгляду в науко-технічній літературі.

Отже, вибір ефективного методу для розрахунку електричних параметрів двигунів і порівняння результатів розрахунку в різних програмних засобах є актуальною задачею. В даний час існує певний ряд графічних середовищ візуального моделювання, які використовуються для моделювання системи з розподіленими параметрами котрі описуються інтегро-диференціальними рівняннями в часткових похідних та з використанням методу кінцевих елементів.

В якості прикладу розглянуто розрахунок температурних полів, в програмних пакетах ANSYS Maxwell та Motor-CAD, асинхронного двигуна 4A71A4Y3 на підставі його параметрів, що є у вільному доступі у мережі Інтернет та подано у певних науково-дослідних роботах.

Вибір саме цих пакетів обумовлено тим, що ANSYS Maxwell може застосовуватися для створення потужного потоку даних системного рівня, заснованих на електромагнітних характеристиках. Такий потік даних дозволяє користувачам об'єднувати складні схеми і точні моделі компонентів для розробки високопродуктивних електромеханічних і силових систем. В свою чергу Motor-CAD – це пакет електромагнітних і теплових аналізів для електродвигунів і генераторів, розроблений компанією Motor Design Ltd і в своєму складі містить термомодуль (Therm) для оптимізації системи охолодження машини, і поєднує в собі зосереджені схеми і теплові розрахунки методом кінцевих елементів. Закладені в роботу програми методи включають охолодження шляхом природньої конвекції (повністю закрити неvented систему – TENV), вимушену конвекцію (повністю закритий вентилятор з охолодженням – TEFC), через вентиляцію, водяні сорочки, «мокрый» ротор і статор, охолодження розпиленням, випромінювання та провідність. Додатково пакет Motor-CAD дозволяє проаналізувати теплову схему заміщення двигуна, що будується автоматично на підставі раніше введених параметрів.

Результати розрахунків являють собою розподіл температурних полів двигуна. Зазначим, що пакет Motor-CAD дозволяє додатково подати розподіл температури у вигляді радіального або аксіального розрізу з зазначенням певних температурних точок, або у вигляді графіка розподілу температури частин двигуна у часі з можливістю вибору до двадцяти параметрів.

Особливістю роботи обох пакетів є можливість збереження отриманих температурних результатів у вигляді табличних числових даних або експортувати у графічному вигляді.

Провівши аналіз отриманих результатів в кожному із запропонованих програмних пакетів та порівнявши їх з відомими аналітичними розрахунками можливо зробити висновок про не доцільність використання тільки комп'ютерного моделювання. Необхідно проводити розрахунок кількома методами або засобами, щоб упевнитися у точності розрахунку та унеможливити відхилення в розрахунках.

Крім того обов'язковим етапом кінцевим етапом технічного розрахунку є натурний (фізичний) експеримент для підтвердження або спростовування отриманих результатів.

И.О. СИНЧУК, И.В. КАСАТКИНА, А.Н. ЯЛОВАЯ канд. тех. наук, доценты,  
Криворожский национальный университет

## **МЕТОДЫ ЭФФЕКТИВНОГО НОРМИРОВАНИЯ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КОМБИНАТОВ**

Решение проблемы эффективного нормирования удельных расходов электрической энергии зависит от объема полученной и обработанной информации относительно деятельности того или иного железорудного комбината. В то же время наличие значительного количества исходных данных, увеличивает размерность задачи и создает трудности относительно оперативных расчетов, а главное, своевременного и качественного принятия решений.

Один из базовых принципов управления качеством принимаемых решений заключается в принятии решений на основе фактов, которые решаются методом моделирования, как производственных процессов, так и управленческих инструментов математической статистики. В 1979 г. совет японских ученых и инженеров (JUSE) выделил семь достаточно простых в использовании наглядных методов анализа процессов, среди них схема Исикава, которая позволяет форматизировать и структурировать причины выявления события и определить причинно-следственную связь. Диаграмма Исикава представляет собой графическое упорядоченное многообразие факторов, которые влияют на объект анализа.

Эффективная работа системы нормирования удельных расходов электрической энергии требует учета технико-экономических факторов, нормативно правового обеспечения, материального стимулирования, и т.п. При этом каждый из информативных факторов может в свою очередь характеризоваться еще несколькими показателями (ограниченное использование Интернет - технологий, несовершенная система ценообразования на энергоносители и др.).

Анализируя диаграмму Исикава можно установить: ряд причин, которые приведены в структурированном представлении, факторов, которые влияют на эффективность работы системы нормирования удельных расходов ЭЭР для горнодобывающих предприятий.

Определение значимых информативных факторов наиболее точно может быть установлено при поэтапном получении экспертных оценок:

- определение формы проведения опроса (по анкетам, анонимно);
- формирование экспертной группы, в которую входят специалисты в области энергосбережения и электроспоживания на горнодобывающих комбинатах, поскольку результативность их опрашивания будет зависеть от их компетентности;
- формирование правил и порядка работы экспертной группы, основанных на принципах системы экспертных оценок, при соблюдении полной информированности эксперта о результатах оценок.

В соответствии вышеизложенных факторов по разработанной опросной анкете была проведена экспертиза, в которую на основании теоретического анализа также были включены 20 информативных факторов. К экспертной группе привлекались специалисты в области энергетики Министерств и ведомств, научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений.

Анализ экспертных оценок был проведен с применением метода парных сравнений. Сравнения осуществлялось тремя степенями весомости характеристик: более влиятельные, менее влиятельные и равно значимые.

По результатам экспертных оценок были установлены наиболее весомые факторы влияния на эффективность системы нормирования удельных потерь электроэнергетических ресурсов для железорудных комбинатов стали: экономический фактор, правовые принципы и методологическое обеспечение.

І.О. СІНЧУК, І.В. КАСАТКІНА, канд. тех. наук, доценти,  
О.В. ДОЗОРЕНКО, Р.І. КРАСНОПОЛЬСЬКИЙ, аспіранти,  
Криворізький національний університет

## **ВИКОРИСТАННЯ ГІДРО-АКУМУЛЮЮЧИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Одним із реальних та ефективних заходів для підвищення енергоефективності підприємств є збільшення використання альтернативних джерел енергії в загальному обсязі її виробництва.

Саме в цьому спрямуванні, одним з нереалізованих напрямків застосування гідроакумлюючих установок є численні підприємства гірничо-металургійної промисловості. У підземних виробках шахт, кар'єрів та рудників згідно технології ведення робіт та правил техніки безпеки (ПТБ) постійно працюють водовідливні (дренажні) установки. Більше того, водовідливні установки функціонують і на відпрацьованих та законсервованих шахтах у тому ж режимі що і під час видобутку залізорудної сировини.

Підприємства намагаються в основному за рахунок організаційних заходів будувати добовий графік електроенергоспоживання таким чином, щоб в нічну зміну працювали найбільш енергоємні агрегати: водовідлив, частково скіпової підйом, тоді як у поза піковий час – інші споживачі.

Найбільше споживання електричної енергії в години «пік» і «напівпік» припадає на водовідлив, частка якого по окремих шахтах сягає майже 90% в нічні години.

Відкачування води з підземних горизонтів рудних шахт здійснюється непростим за структурою і режимом роботи електромеханічним гідроенергетичним комплексом. Ця складність полягає в тому, що, по-перше, водоприток в шахтах і обсяги води для відкачування непостійні в часі, по-друге, що триває так звана «мокра консервація» відпрацьованих шахт, з одного боку, «збійка», тобто з'єднання підземних горизонтів різних шахт в єдиний комплекс, з іншого – поглиблення, тобто зниження рівня ведення гірничих робіт, ставить тактику вирішення завдання вибору раціональних режимів роботи водовідкачуючих насосів як електромеханічних комплексів, вимушених функціонувати в багатокритеріальному алгоритмі з невстановленим прогнозом.

Більш того, прогноз очікуемого росту обсягів водопритоку по факту збільшення глибини видобутку ЗРС в недалекому майбутньому може мінімізувати ці «організаційні досягнення». Між тим, поки що не проаналізовано і не вичерпана інша природна можливість шахтних водовідливів а саме можливість їх працювати у варіанті оборотних гідроагрегатів. Тобто не тільки споживати ЕЕ, а й ще виробляти її для потреб підземних приймачів.

В цьому варіанті перш за все змінюється структура системи електропостачання шахти трансформуючись з варіанта централізованого електропостачання в варіант схеми з розсередженою генерацією (з двома незалежними джерелами живлення).

Споживання підприємства в години максимуму, коли енергія має максимальну ціну, знижується і відповідно знижується плата за електроенергію. Може бути також поліпшений режим роботи системи електропостачання: знижені втрати напруги і енергії, поліпшений коефіцієнт потужності і ін.

Таким чином, можуть бути використані високонапорні гідрогенератори які використовуються для малих гідроелектростанцій у високогірної місцевості. При незначних перепадах висоти можуть бути використані зворотні установки, які працюють як в генераторному, так і в насосному режимі.

Отже, одним з реальних напрямків подальшого підвищення енергоефективності видобутку залізорудної сировини є застосування на базі водовідливних установок оборотних гідроагрегатів ГАЕС – джерел розсередженої генерації електричної енергії в структурах систем енергопостачання гірничих підприємств. При такому варіанті виробництва електроенергії достатньо для забезпечення живлення енергоємних споживачів залізорудної шахти на протязі години «ПІК».

А.М. ЯЛОВА, канд. тех. наук, доцент, Н.В. БОНДАР, ст. викладач,  
Криворізький національний університет

## **ПИТАННЯ ОЦІНКИ ПОТЕНЦІАЛУ ЕКОНОМІЙ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЙ НА ЗАЛІЗОРУДНИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

Особливістю гірничого залізорудного виробництва, яка відрізняє його від інших аналогів за способом видобутку корисних копалин, є постійне зниження рівня ведення робіт, через що собівартість видобутку руди з кожним роком зростає. Як показує аналіз доданків загальної собівартості, істотну роль у цьому відіграють енерговитрати. В загальному контексті мета енергозбереження на залізорудних шахтах – це зниження собівартості 1т. руди, яка добувається. Підвищення енергоефективності – це завдання структури енергоменеджменту.

Основними видами енергії, споживаної залізорудними шахтами, є електрична, тепла енергія та природний газ. Теплова енергія є важливою складовою в енергобалансі шахти хоча і становить всього біля 7% від загальної кількості споживаної енергії. Вона витрачається для підігріву повітря, що подається в шахту в холодну пору року, для запобігання обмерзання стволу шахти та пов'язаних з цим аварійних ситуацій, а також тепла енергія витрачається на побутові та санітарно гігієнічні потреби. Але для її виробництва витрачається паливо, яке рудні шахти додатково закупують. А це ще додаткові 3-4 % витрат енергії. Енергоефективне споживання теплової енергії в залізорудних шахтах можна звести до трьох груп: перша – впровадження теплотехнічного обладнання нового технічного рівня, наближення теплотехнічного обладнання та теплових мереж до номінальних характеристик; друга - дотримання раціонально встановлених режимів роботи теплотехнічних установок; третя - модернізація і модифікація теплотехнічних установок і теплових мереж.

Проведений аналіз ринку енергоефективних технологій показав, що, з одного боку, існує величезний технічний і економічний потенціал підвищення теплоефективності, а з іншого боку, є ряд чинників, що обмежують зростання застосування технологій. При цьому обмежувальні фактори властиві всім галузям. Найбільш значущими бар'єрами на шляху реалізації тепло ефективних проектів є: відсутність власних коштів на реалізацію; складність залучення зовнішнього фінансування; брак досвіду і компетенції персоналу підприємств по розробці теплоефективних проектів; складність оцінки ефектів (технологічного та економічного) від реалізації проекту.

Для подолання більшості вищевказаних бар'єрів необхідно застосовувати комплексний підхід до реалізації теплоефективних проектів, який включає не тільки всебічний розгляд технологічного ланцюга об'єкта при визначенні потенціалу теплоефективності, а й якісну характеристику реалізації проекту, а саме:

- обстеження об'єкта та виявлення потенціалу теплоефективності;
  - вибір технічних рішень, їх техніко-економічне обґрунтування;
  - залучення фінансування для реалізації заходів;
  - реалізація заходів (проекування, поставка обладнання, виконання будівельно-монтажних і пусконаладжувальних робіт);
  - навчання персоналу та супровід об'єкта протягом гарантійного терміну;
  - після інвестиційний моніторинг фактично одержуваного ефекту.
- Такий підхід до реалізації проектів дозволяє істотно скоротити терміни введення в експлуатацію і знизити ризики для замовника:
- тимчасові, пов'язані з етапом проектування і узгодження документації, логістикою і термінами постачання обладнання та матеріалів;
  - технологічні (щодо забезпечення повної сумісності встановленого обладнання і заданих режимів роботи, включаючи надання розширених гарантійних зобов'язань на весь комплекс робіт);
  - фінансові (оплата проводиться після отримання фактичної економії).

Всі вищевказані фактори, включаючи впровадження теплоефективних технологій через механізм енергоменеджменту, дозволять масово впроваджувати нові технології на об'єктах залізорудних виробництв.

С.Т. ТОЛМАЧОВ, д-р тех. наук, професор, О.В. ІЛЬЧЕНКО, канд. тех. наук, доцент,  
Криворізький національний університет

## **ВІРТУАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕДУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ НАСОСНИХ УСТАНОВОК**

Насосні установки (НУ) є одними з найбільш поширених і енергоємних технологічних об'єктів у народному господарстві. Вони використовуються в системах водопостачання, водовідливу, в шламових господарствах гірничодобувних та збагачувальних комбінатів, водних та портових підприємств. При великих обсягах споживання електроенергії (біля 50% загальноукраїнського балансу) НУ мають великий потенціал енергозбереження (біля 40-50%), що свідчить про низький рівень їх енергоефективності. З урахуванням низького рівня енергоефективності промисловості України в цілому проблема зниження енергоємності НУ є досить актуальною.

У більшості випадків технологічний процес вимагає зміни режимів роботи НУ, що забезпечується різними способами регулювання подачі (дроселювання, частотне або каскадне регулювання, зміна параметрів трубопроводу та гідросуміші тощо). При цьому напірна характеристика насоса може суттєво деформуватися, а режим роботи НУ може значно відрізнятись від оптимального. Слід також зазначити значне відхилення параметрів працюючих НУ від паспортних за рахунок кавітації та інших негативних факторів. Комплексне врахування цих факторів з метою оптимізації роботи НУ в умовах експлуатації є достатньо складною проблемою, вирішення якої потребує використання сучасних технологій моделювання, збору та передачі інформації тощо.

Один із таких способів може бути ефективно реалізований на основі системи візуального програмування LabVIEW у вигляді віртуального стенда. Робочий варіант такого стенда розроблений на кафедрі електромеханіки КНУ для порівняння річної енергоефективності двох основних режимів керування роботою шламової НУ. Вибір об'єкта керування обумовлений тим, що шламові відцентрові насоси характеризуються особливо складними умовами експлуатації, для надійної роботи в яких не можуть бути використані звичайні НУ.

Програмна частина стенда виконана на панелі Блок-діаграм. Вона реалізує розроблений алгоритм, який включає в себе розрахунки характеристик НУ у вигляді апроксимованих аналітичних залежностей [1], забезпечує вибір варіанта вихідних даних і дає можливість оперативно та зручно вибрати необхідну насосну установку з автоматичним підбором необхідного електропривода. При моделюванні процесу енергоспоживання використовуються тарифи підприємств-споживачів компанії «ДТЕК Дніпрообленерго» [2].

Лицьова панель віртуального стенда включає в себе опис параметрів насоса, заданий або очікуваний часовий (або сезонний) графік подачі, відповідні параметри річного споживання електроенергії, графіки напірно-витратних характеристик насоса та трубопроводу, графіки використаної енергії та її вартості при регулюванні режимів роботи дроселюванням та частотним перетворювачем [3] з виведенням остаточних параметрів спожитої електроенергії та її вартості за рік. Реалізований алгоритм дозволяє введення як паспортних характеристик насосних агрегатів, та і реальних або прогнозованих за рахунок різного рівня їх зношеності.

Таким чином, розроблений віртуальний стенд дозволяє оперативно провести порівняльний аналіз енергоефективності регулювання насосної установки для найбільш поширених способів – дроселюванням і частотним керуванням.

### *Список літератури*

1. **Коренькова Т.В.** Режими роботи насосних та вентиляторних установок із автоматизованим електроприводом: навч. посібник / Т. В. Коренькова, О. О. Сердюк, В. Г. Ковальчук. – Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2013. – 198 с.
2. Електропотребление при использовании насосов – <https://studlib.info/tehnologii/1004105-yelektropotrebleniye-pri-ispolzovanii-nasosov/>
3. Энергосбережение с применением частотно-регулируемого электропривода в системе с турбомеханизмами – [http://www.eleten.com.ua/ENERGY\\_USING\\_variable\\_frequency\\_drives\\_in\\_systems\\_with\\_TURBO\\_MECHANISMS.html](http://www.eleten.com.ua/ENERGY_USING_variable_frequency_drives_in_systems_with_TURBO_MECHANISMS.html).

Є.О. НЕСМАШНИЙ д-р тех. наук, професор, І.В. КАСАТКІНА канд. тех. наук, доцент,  
Л.В. ЄРЬОМЕНКО, магістрант, Криворізький національний університет

## **ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ СИНХРОННИХ МАШИН З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ДЛЯ ГІБРИДНИХ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ**

Останніми роками сфера застосування гібридного електричного транспорту займає вагомe місце в сучасному промисловому світі. Автомобілі з гібридною силовою установкою, все частіше можна зустріти на вулицях міст. Перевагою такого транспортного засобу є симбіоз одночасного використання бензинового та електричного двигуна. В Україні створений єдиний інтегрований комплекс з розробки, обслуговування та ремонту гібридних електромобілів. Це дозволяє вирішити важливі науково-технічні задачі, пов'язані з розробкою концепцій енергозберігаючих та екологічно чистих транспортних засобів, а також проблему автономної зарядки тягових акумуляторних батарей.

Яскравим прикладом використання синхронних двигунів з постійними магнітами є гібридний транспортний засіб Тойота Пріус. Починаючи з 1997-го року Тойота Пріус став першим серійним гібридним автомобілем. За даними Toyota Motor Corporation, використання гібридних автомобілів зменшило викиди вуглекислого газу в атмосферу на 49млн. тонн. Вперше винайдені електронні системи керування синергетичного автомобіля, а також методи адаптації та стратегії керування гібридною силовою установкою в тягово-швидкісному режимі руху автомобіля.

Гібридна силова установка Тойота Пріус являє собою послідовно-паралельну конструкцію (комбіновану), в якій крутний момент на колеса може передаватися від двигуна внутрішнього згорання безпосередньо і від тягового електродвигуна в будь-яких пропорціях. Для реалізації роботи за такою схемою в конструкцію силової установки був впроваджений, так званий, дільник потужності. Це планетарний механізм з чотирма шестернями-сателітами. До зовнішньої шестерні цього механізму підключений тяговий електродвигун. Так само він безпосередньо пов'язаний з головною передачею, яка передає крутний момент до міжколісного диференціалу і далі на колеса. Чотири сателіта в цій конструкції підключені до двигуна внутрішнього згорання, тобто їх осі обертаються навколо осі центральної сонячної шестірни. Остання, в свою чергу, пов'язана з керуючим мотор-генератором. При високих навантаженнях (прискорення, рух в гору і т.п.) електродвигун додатково підживлюється від акумулятора-тобто гібрид працює як паралельний. Завдяки наявності окремого генератора, що заряджає батарею, електродвигун використовується тільки для приводу коліс і при рекуперативному гальмуванні.

Початковий розгін машини забезпечує тяговий електромотор-генератор MG2. Він обертає зовнішню шестерню планетарної передачі, через яку момент передається на колеса. Коли потужності тягового електромотора стає недостатньо, в роботу вступає бензиновий двигун. При цьому він працює в самому економічному режимі. Ця система так само має унікальну механічну надійність, оскільки управління крутним моментом відбувається по дротах, минаючи традиційно безліч складних механічних і гідравлічних вузлів. Обертаючи шестерні сателіти, приводяться в дію як зовнішніми шестернями, так і внутрішніми, якими управляє мотор-генератор MG1. І саме від поведінки MG1 залежить на скільки зусилля ДВС передається на колеса, іншими словами це називається «формування передавального числа трансмісії».

Потужність електродвигуна Тойота Пріус складає 60 кінських сил, 56кВт, а створюваний крутний момент 163Нм. На борту Тойота Пріус дві акумуляторні батареї. Допоміжна акумуляторна батарея ємністю 45А/г та основна нікель-металогідридна високовольтна акумуляторна батарея ємністю 6.5А/г та напругою 201.6В, яка має в своєму складі 168 комірок. Особливість улаштування основної акумуляторної батареї полягає в тому, що вона має свою систему охолодження.

Останні моделі Тойота Пріус мають змогу заряджатися від електричної розетки, що дозволило зробити їх ще економічнішими. Недоліком є тривалість зарядки, яка складає 6 годин, тому використання транспортного засобу без участі двигуна внутрішнього згорання є незручним для тривалих подорожей.

## **НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА КОНВЕЄРНОГО ТРАНСПОРТУ ДІЛЯНКИ ПОДАЧІ РУДИ ЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ ПРИ ЗМІНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ**

На сучасних підприємствах технологічні і транспортні лінії взаємопов'язані між собою і є єдиною виробничою системою. Зупинка конвеєрної системи викликає зупинку виробництва і зрив випуску продукції. Надійність роботи конвеєрів і довговічність їх вузлів є вирішальними факторами діяльності промислового підприємства [1].

Конвеєр є відновлюваною та ремонтною машиною, тому що після виникнення відмови його працездатність можна відновити [2]. Процес експлуатації об'єкта з відновленням можна уявити як послідовність інтервалів працездатності, що чергуються з інтервалами простою. Математичною моделлю процесу експлуатації такої машини може з'явитися відповідний випадковий процес [3].

Як показує досвід експлуатації технологічного обладнання у наслідок аварійних ситуацій, а звідси і простоїв, електропривід та системи управління не виконують поставлені завдання, тому погіршуються техніко-економічні показники. Підвищення надійності роботи обладнання є однією з нагальних завдань. Це може бути виконано за наявної повної і достовірної інформації. Отримання її статистичним шляхом вимагає великого числа випробувань об'єкта в заданих умовах. Тільки при наявності таких даних можна говорити про об'єктивну, хоча і умовну оцінку надійності, про впевненість функціонування безлічі об'єктів даного класу [4].

Як об'єкт дослідження було обрано стрічковий конвеєр ділянки подачі руди циклу подрібнення збагачувальної фабрики №1 ПрАТ ІнГЗК. Використовувався асинхронний двигун (АД) з короткозамкненим ротором, та ЕКТ 4Д2-40-50 - автономний інвертор напруги з мікропроцесорною системою управління з регулюванням швидкості та напруги.

Спочатку збирався статичний матеріал з використанням перетворювача дросельного типу (ГДК) в системі управління за перше півріччя. Друге півріччя використовувалася система на базі тиристорного перетворювача з мікропроцесорним управлінням [5].

На підставі отриманих даних зроблено аналіз для виявлення недоліків і переваг систем. Заміна системи ГДК системою ТЕР дозволила визначити енергетичні показники - коефіцієнт корисної дії ( $\eta$ ) в залежності від кутової швидкості, які склали для ГДК  $\eta = 0,72$ , для ТЕР  $\eta = 0,91$ . Для системи ГДК надійність менше, простої в аварійних ремонтах, а звідси і витрати на поточний ремонт; для ТЕР розрахунки по статичним режимам розглядалися при різних поєднаннях зворотних зав'язків по частоті обертання валу двигуна, по напрузі і позитивного зворотного зв'язку по струму, що притаманне АСУ серії ТЕР.

З урахуванням даних напрацювання на відмову електроприводу при довірчій ймовірності 0,8 і вимог ресурсу роботи служби зроблена оцінка надійності роботи системи (в межах 0,96-0,98). Процентний ресурс роботи повинен бути не менше 80%. З працюючих 10 конвеєрів було дві неполадки. Одна по фільтрам перешкод (вийшли з ладу конденсатори). Система ТЕР показала можливості усунення електричної інертності, мінімального обслуговування, хоча капітальні витрати великі і складні схеми обслуговування [6].

### *Список літератури*

1. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков, Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев и др.; ред. чл.-корр. АН СССР А. О. Спиваковский. - М.: Недра, 1982. - 349 с.
2. Додонов, Б.П. Грузоподъемные и транспортные устройства: учеб. для техникумов / Б.П. Додонов, В.А. Лифанов. - М.: Машиностроение, 2004. - 136 с.: ил.
3. Додонов, Б.П. Грузоподъемные и транспортные устройства: учеб. для средних и спец. учебных заведений / Б.П. Додонов, В.А. Лифанов. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2000. - 248 с.: ил.
4. Прейс, В.В. Технологические роторные машины: вчера, сегодня, завтра / В.В. Прейс. - М.: Машиностроение, 1986. - 128 с.: ил.
5. Зайков, В.И., Берлявский, Г. П. Эксплуатация горных машин и оборудования: учеб. для вузов / В.И. Зайков, Г.П. Берлявский - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2010. - 257 с.
6. Шешко, Е.Е. Эксплуатация и ремонт оборудования транспортных комплексов карьеров: учеб. пособие / Е.Е. Шешко. - 2-е изд. - М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2010. - 425 с.

## **ДІАГНОСТУВАННЯ КОРОТКОЗАМКНЕНИХ ОБМОТОК РОТОРІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ БЕЗ РОЗБИРАННЯ**

В сучасній промисловості використовується величезна кількість електродвигунів, основна маса яких є асинхронними. Цей тип двигуна надійний і простий у конструкції. Але нерідкі випадки відмов, так як даний тип двигунів поширений повсюдно і використовується дуже широко.

Як показує практика, у двигунах, які експлуатуються з важкими умовами пуску, часто бувають відмови, викликані пошкодженням обмотки ротора. На початковій стадії обрив стрижнів ротора майже не позначається на експлуатаційних характеристиках електродвигуна і виявляється не відразу. При обриві стрижня навантаження перерозподіляється на здорові провідники. Згодом обірваний стержень може пошкодити обмотку статора, що призведе до фатальних наслідків для двигуна.

Зовнішні ознаки наявності обривів стержнів - підвищена вібрація і шум при роботі, що збільшуються із зростанням навантаження. Характерно, що шум і вібрація періодично змінюються з частотою, яка дорівнює подвоєній частоті ковзання. Стрілки амперметрів, включених в коло живлення електродвигунів з обривами стержнів короткозамкнених обмоток роторів, коливаються через періодичні зміни струмів в фазах.

Є декілька способів виявлення обривів в обмотках ротора. При обертанні ротора вручну, вимірювання струмів в обмотках статора дозволяє встановити наявність обривів стержнів у короткозамкнених обмотках асинхронних двигунів. Одну або дві фази обмотки статора електродвигуна включають на напругу змінного струму, рівну 10-15% номінальної, і при повільному обертанні ротора вручну вимірюють струм в колі живлення. Більш чутливий спосіб при подачі напруги на одну фазу обмотки, ніж на дві фази. Якщо при обертанні ротора струм в обмотці статора не змінюється, обриви в стержнях обмотки ротора відсутні. Після виявлення факту наявності обриву стержнів електродвигун підлягає розбиранню і точному встановленню числа обірваних стержнів.

Контроль обриву стержнів короткозамкнених обмоток ротора заснований на використанні залежності ковзання електродвигунів від числа обірваних стержнів. При визначенні числа обірваних стержнів, вимірюють ковзання двигуна при заданому навантаженні та температурі. Отриману величину порівнюють з контрольною. Для цього методу необхідно мати еталонні залежності ковзання від навантаження для двигуна, що обмежує застосування способу.

Визначення міри пошкодження короткозамкнених обмоток ротора, де доступ до валів неможливий, заснований на припущенні, що при нерухомому роторі, з пошкодженнями короткозамкненої обмотки, струм в фазах залежить від положення ротора відносно статора. Для визначення технічного стану стержнів за допомогою збудження фазової обмотки статора, ротор двигуна повертають на певні кути (крокове обертання). Після кожного повороту, обмотку статора підключають до стабілізованої напруги змінного струму та записують показання амперметра. Крокове обертання продовжують доти, поки ротор не зробить повний оберт. У двигунах ця зміна порівняно велика.

Визначення технічного стану короткозамкнених обмоток ротора, що не вимагає зупинки двигуна, та доступ до валу неможливий, заснований на визначенні зв'язку між частотою модуляції струмів двигунів, у яких короткозамкнена обмотка має дефекти, і залежністю ковзання двигуна від навантаження і числа пошкоджених стержнів.

У двигунів, що мають пошкодження стержнів, в зв'язку з періодичною зміною магнітного опору фаз під час обертання ротора, має місце модуляція струмів статора. Значення модуляції струмів залежить від числа пошкоджених стержнів і від їх взаємного розташування, а частота модуляції визначається тільки значенням ковзання.



## **ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ РІВНІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ГІРНИЧОДОБУВНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ**

Однією з причин низької ефективності системи нормування електроспоживання є необгрунтованість запропонованих значень внутрішньогалузевих норм без врахування особливостей кожного з гірничорудних підприємств в т.ч. їх обсягів споживання електричної енергії.

Ефективне вирішення проблеми щодо якісної роботи апарату нормування питомих витрат електричної енергії залежить від обсягу отриманої та обробленої інформації щодо діяльності комбінату. Водночас значна кількість вихідних даних, збільшує розмірність задачі та створює труднощі щодо оперативних розрахунків та якісного прийняття рішень.

Вирішення проблем не завжди є лінійний процес, який відповідає логічним законам. Для їх вирішення можуть бути використані різні методи в т.ч. метод цільових груп, аналіз сил, діаграма Ісікава, аналіз Парето, метод сукупної суми.

Один із базових принципів управління якістю полягає у прийнятті рішень на основі фактів, що вирішується методом моделювання процесів як виробничих, так і управлінськими інструментами математичної статистики.

Все різноманіття факторів, що впливають на ефективність системи нормування питомих витрат ПЕР розділимо на ряд характерних груп по основним для них факторам: правові, організаційні, інформаційно-освітні, методологічні та економічні засади.

Виявлення значимих інформативних факторів найбільше точно може бути встановлено при системному підході.

Підвищення рівня ефективності енергозберігаючої діяльності на гірничодобувних підприємствах вимагає створення відповідного організаційно-економічного механізму енергозбереження, який являв би собою систему взаємопов'язаних економічних та організаційних аспектів, спрямованих на активізацію економічного витрачання паливно-енергетичних ресурсів, впровадження енергозберігаючих заходів із врахуванням інноваційних досягнень в галузі, як технологічних, так і продуктивних. До таких аспектів слід віднести:

1. Систему стандартів та норм енергоспоживання, державного контролю за їх дотриманням та регулюванням, що відповідають намаганням зниження енергоємності виробництва продукції;
2. Сукупність взаємопов'язаних фінансово-економічних засобів, мета яких - стимулювання енергозберігаючих процесів, зокрема державну інвестиційну підтримку енергозбереження на галузевому та регіональному рівнях;
3. Систему управління процесами енергозбереження;
4. Інформаційне забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, навчання виробничого персоналу засобам економічного витрачання енергоресурсів та пропаганда політики енергозбереження;
5. Політику ціноутворення паливно-енергетичних ресурсів.

Запропоновано використовувати головних компонент. Метод головних компонент дозволяє: зменшити загальну кількість змінних (редукція даних) для отримання «головних» та «некореляційних» змінних; класифікувати змінні та спостереження за допомогою побудованого факторного простору.

Метод головних компонент, або компонентний аналіз було запропоновано К. Пірсоном, він враховує ряд особливостей факторного аналізу, викладених Г. Хотеллінгом. У компонентному аналізі проводиться обертання вихідної системи координат (при умові, що рівномірний розподіл має вид еліпсоїду) до нової у повному просторі параметрів – ортогональне перетворення, при якому кожний з  $p$  параметрів виражається через  $p$  головних компонент.

Метод головних компонент дозволяє узагальнити значення елементарних ознак та зменшити розмірність факторного поля, що формує системи факторів впливу на електроспоживання гірничорудних підприємств.

С.М. БОЙКО, канд. тех. наук, докторант,  
Кременчуцький льотний коледж Національного авіаційного університету

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УМОВАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

З переходом розподільних електричних мереж до комбінованого електропостачання в умовах залізорудних підприємств (ЗРП) виникають нові задачі, однією з яких є оптимальне керування джерелами розосередженої генерації (ДРГ) в складі локальних електричних систем для ЗРП. Метою є досягнення максимального техніко-економічного ефекту від спорудження та експлуатації ДРГ для ЗРП. За рахунок додаткового прибутку стає можливим нарощування потужностей нових ДРГ. Такий ефект на рівні експлуатації локальних електричних систем може бути досягнутий за рахунок координації в часі та оптимізації процесів вироблення, транспортування і споживання електроенергії. Для організації узгодженого керування режимами електричних мереж ЗРП використовують Smart Grid технології. В електричних мережах за рахунок корегування параметрів локальних систем керування, самоналагодження та самодіагностування може здійснюватися регулювання постачання електроенергії в залежності від режиму її споживання, однак лише за умови достатнього інформаційного забезпечення. За допомогою сучасних інформаційно-комунікаційних технологій «інтелектуальні» мережі можуть забезпечувати інформаційне сполучення централізованого електропостачання, а також споживачів електроенергії з ДРГ, яке є досить ефективним при впровадженні ДРГ для ЗРП.

Наявні розподільні електричні мережі ЗРП, до яких під'єднуються ДРГ (особливо 10(6) кВ та 0,4 кВ), є практично не пристосованими до обслуговування останніх. Особливо це проявляється, коли частка потужності ДРГ в мережі складає 15–20 % і більше від навантаження споживачів. В першу чергу це необхідність резервування потужності ДРГ, через їх залежність від природних умов і, відповідно, нестабільність генерування. До інших основних причин, які впливають на якість сумісної роботи ДРГ і електричної мережі, відносяться: схеми видачі потужності ДРГ в мережу, невідповідність параметрів основного обладнання електричних мереж новим умовам експлуатації, недосконалість систем релейного захисту та автоматики у поєднанні з застарілим основним електрообладнанням, яке відпрацювало свій ресурс.

Однак, тут слід врахувати деякі особливості локальної електричної системи, пов'язані, насамперед, з наявністю в ній ДРГ:

1. Для локальних енергетичних систем поняття якості функціонування є дещо ширшим ніж для розподільних мереж. Для розподільних мереж під якістю функціонування мається на увазі надійне забезпечення споживачів якісною електроенергією за мінімальних технологічних втрат, то для локальної електричної системи необхідно забезпечити надійне та маловитратне транспортування електроенергії ДРГ до власних споживачів.

2. Виходячи з загальної постановки задачі – оцінювання ефективності функціонування ДРГ в енергетичних мережах та заходів з оптимального керування ними.

3. Адекватне оцінювання якості функціонування ДРГ в локальних електричних системах (ЛЕС) вимагає врахування таких чинників: надійність розподільних електричних мереж ЛЕС в контексті транспортування електроенергії, що вироблена ДРГ; надійність основного обладнання ДРГ в контексті ефективного перетворення первинної енергії в електричну та транспортування останньої електричними мережами; вплив електричних параметрів основного обладнання та режимів роботи ДРГ на якість електроенергії в електричних мережах; вплив параметрів та режимів роботи енергетичних мереж на якість електропостачання споживачів ЛЕС; вплив режимів видачі потужності ДРГ та споживання електричних мереж на втрати потужності в ЛЕС.

4. Враховуючи певну відокремленість технологічного процесу виробництва електроенергії розосередженими джерелами та її транспортування електричними мережами, переходи між частково працездатними станами ДРГ та енергетичних мереж відсутні.

Як показав аналіз, з переходом розподільних електричних мереж до комбінованого електропостачання виникають нові задачі, однією з яких є оптимальне керування ДРГ в розподільних електричних системах в умовах ЗРП.

М.В. ГЛАДКИЙ, магістрант, Ю.Б. ФІЛІПП, канд. тех. наук, доцент,  
Криворізький національний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ З ПРУЖНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ НА ПУСКОВІ РЕЖИМИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ**

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Стрічкові конвеєри - найбільш продуктивний вид безперервного транспорту, використовуваний для транспортування сипких і штучних вантажів з різною продуктивністю і швидкістю руху конвеєрної стрічки. Відстань транспортування стрічковими конвеєрами досягає декількох кілометрів, а їх траса може мати різну схему, що дозволяє пристосовувати конвеєри до умов виробництва і місцевості. Умови експлуатації стрічкових конвеєрів відрізняються великою різноманітністю: від жаркого клімату до роботи на відкритому повітрі при мінусових температурах.

Основним найбільш дорогим елементом стрічкових конвеєрів традиційної роликової конструкції, що швидко зношується, є стрічка, вартість якої звичайно складає 65-75% вартості всього конвеєра, а термін служби рідко перевищує 1,0-1,5 роки, внаслідок чого цей, здавалося б перспективний вид транспорту, на практиці виявляється нерентабельним і у ряді випадків закономірно витісняється залізничним, автомобільним, трубопровідним і іншими видами транспорту. Передчасний вихід з ладу конвеєрної стрічки обумовлений її бічними зсувами (що викликає знос легко вразливих бортів стрічки), періодичними підйомами і опусканнями ділянок стрічки і лежачого на ній вантажу і що приводить до появи динамічних навантажень, динамічних навантажень при пускових режимах, особливо конвеєрів важкого типу, що призводять до ще більшого зниження терміну служби стрічки і роликів, а також до багатократного зростання енергоємності процесу транспортування.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз перехідних процесів та визначення такого натягнення контуру стрічки, яке забезпечило б пуск і гальмування конвеєра без пробуксовування стрічки на приводних барабанах і втрати стійкості стрічки (якщо привід забезпечує плавний пуск конвеєра, то розрахункове зусилля натягування може бути відповідно зменшено і на конвеєрі може бути застосована стрічка меншої подовжньої міцності).

Викладення матеріалу та результати. Серед актуальних питань, що стосуються режимів роботи конвеєра і ефективної його експлуатації, лежить питання проблематики пуску. Процес пуску характеризується наявністю перехідних процесів як в механічній частині конструкції, так і в електроприводі. Перехідні процеси супроводжуються різкими змінами різних параметрів стану в часі: механічних параметрів (зусилля в стрічці, її швидкість, натягнення), електромагнітних параметрів в приводному двигуні (роторного струми статора, ЕДС, МДС). При цьому значення даних змінних можуть мінятися в значній мірі, виходячи за межі допустимих або навіть критичних, що може привести до неефективної роботи або пошкоджень і руйнувань всієї конструкції в цілому. Перевантаження стрічки при пуску конвеєра може привести до небезпечного зниження запасу міцності стрічки, якщо міцність її вибрана без урахування характеристик вживаного приводу конвеєра або його гальмівного пристрою.

Дослідження динаміки робочих режимів установки було проведено з використанням пакету MATLAB. Дослідження показали, що відповідно до технології пред'явлені високі вимоги до точності роботи електроприводу, що припускає необхідність введення в закон управління інтеграла і похідної від помилки. Проте використання лінійних ПД-регуляторів має ряд обмежень (об'єкти із складною динамікою високих порядків, наявність тимчасових затримок, підвищена схильність до коливальних процесів), що робить неможливим його використання для вирішення цієї проблеми.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Обґрунтовано неможливість використання традиційної архітектури контурів корегування (регулятори лінійного типу).

Запропоновано зробити перехід від бінарної логіки до логіки багатозначної. Як наслідок - можливість створення гнучких алгоритмів корегування практично необмеженої складності.

Використання кусочно-лінійних функцій приналежності дозволяє добитися високої точності роботи системи без надмірного навантаження інформаційної частини обчисленнями.

П.Ю. ДОГАДАЄВ, магістрант, І.В. КАСАТКІНА, канд. тех. наук, доцент,  
Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАСОСНИХ УСТАНОВОК У СИСТЕМАХ ТЕПЛОДОПОСТАЧАННЯ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Енергозбереження стало одним із пріоритетних напрямків технічної політики у всіх розвинутих країнах світу, це зв'язано, по-перше, з обмеженістю і не оновленістю основних енергоресурсів, по-друге, з безупинно зростаючими складностями їхнього видобутку і вартістю, по-третє, з глобальними екологічними проблемами. У зв'язку з тим, що серед керованих електроприводів домінуюче положення займають частотно-регульовані асинхронні електроприводи, їхнє масове застосування дозволяє вирішувати не тільки технологічні задачі, але і проблему енергозбереження. Одною з головних проблем підвищення ефективності використання електромеханічного обладнання на котельних установках є заміна застарілого електрообладнання на сучасне.

В першу чергу, становить інтерес рішення даної задачі шляхом перебування і реалізації, оптимальних по енергоспоживанню алгоритмів керування асинхронним електроприводом, що вимагає попереднього створення достовірної математичної моделі втрат потужності в даному електроприводі.

Аналіз досліджень та публікацій. Незважаючи на велику увагу, що приділяється в науково-технічній літературі дослідженню втрат потужності в асинхронних електроприводах, усі відомі в цій області роботи фактично розглядають лише окремі складові зазначених втрат.

З огляду на порівняно високу вартість напівпровідникових перетворювачів, застосовуваних для регулювання частоти обертання асинхронних приводів, на сьогоднішній день найбільш важливим є питання порівняння енергетичних втрат і коефіцієнтів корисної дії в регульованих електроприводах.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз електричних навантажень механізмів відцентрового типу котельної установки, а також розрахунок та аналіз енергетичних показників керованого електропривода механізмів відцентрового типу.

Викладення матеріалу та результати. Було проведено порівняльний аналіз енергетичних характеристик системи. Згідно експлуатаційних даних зміни температури, тиску та продуктивності котла, та витрат води за опалювальний період розраховані зміна продуктивності і споживана потужність мережного насоса при максимальній температурі та при зниженні продуктивності на кожні 25%. Споживання гарячої води змінюється на протязі доби та за опалювальний період. Причому тиск та витрати води в тепломережу істотно знижується в піковий період (день), приблизно на 17% та 35% відповідно. Це пов'язано з тим, що споживання гарячої води в цей період найбільше. Тиск до котла при цьому в піковий період підвищують на 9 – 10 %, для достатнього значення тиску безпосередньо в самій мережі, а тиск вже з тепломережі знаходиться приблизно на одному рівні на протязі всієї доби. З метою обґрунтування енергетичної ефективності системи електропривода запропонована методика розрахунку та дослідження енергетичних показників цієї системи.

Дослідження динаміки робочих режимів установки було проведено з використанням пакету MATLAB. Дослідження показали, що використання розроблених моделей дозволяють виконати розрахунок і аналіз енергетичних характеристик з метою оптимізації енергоспоживання. Були визначені розрахункові співвідношення втрат потужності в двигуні, в перетворювачі та значення к.к.д. в системі.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Універсальність моделей і наочність графічних представлень досліджуваних показників дозволяє їх використовувати в процесі вибору і проектування енергозберігаючих електроприводів.

З метою підвищення економічної ефективності, буде доцільним враховувати питання вартості витрат до та після впровадження. Проведений аналіз енергоспоживання дозволяє знижувати витрати на електроенергію при регулюванні продуктивності відцентрових механізмів при роботі з регульованим електроприводом.

Д.Д. ДРОБОТ, магістрант, Ю.Б. ФІЛПП, канд. тех. наук, доцент,  
Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВЕНТИЛЯТОРА З УРАХУВАННЯМ КОНТРОЛЮ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Серед технологічних агрегатів чорної металургії важливу роль відіграють прокатні стани, що випускають кінцеву продукцію металургійного виробництва. Якість продукції й продуктивність станів багато в чому визначаються стабільною роботою нагрівальних печей, причому в більшості випадків відхилення, що виникають при нагріванні металу, уже не можуть бути виправлені, і, виявляючись на наступних переділах, нестабільність приводить до зниження виходу придатної продукції.

Враховуючи, що нижнім рівнем АСУТП методичної печі як початкової ділянки прокатного стану, є локальні системи керування з впливом на виконавчі механізми, становить практичний інтерес розробка і дослідження регульованих електроприводів механізмів подачі повітря і газу в методичну піч. Оснащення нагрівальних печей керуємими електроприводами та системами автоматичного керування теплого режиму дає можливість здійснювати в печах нагрів металу з достатньою точністю та дає можливість забезпечити динамічне узгодження режиму роботи печі з ритмом роботи прокатного стану, підвищити якість нагрівання, заощаджувати електроенергію.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз та визначення раціональної структури САК електропривода вентилятора в залежності від його якісних і кількісних показників.

Викладення матеріалу та результати. При проведенні досліджень були визначена технологічна роль вентилятора подачі повітря в методичну піч та технічні характеристики вентилятора методичної печі. На базі експериментальних даних та графіків залежностей температури в зонах печі та витрат зміни газу і повітря визначено максимальні та мінімальні значення коливань вимірювальних параметрів. Прийнято, що одним з найважливіших каналів регулювання температурним режимом є витрата повітря впливом на електропривод вентилятора. Статистичні регресійні моделі, побудовані по технологічних показниках зміни параметрів методичної печі, зв'язують температуру в томильній і зварювальній зонах з витратою повітря і витратою газу, що надає можливість їхнього використання при виборі і розрахунку регулятора продуктивності.

Дослідження динаміки робочих режимів установки було проведено з використанням пакету MATLAB. Шляхом моделювання встановлено, що для інерційних об'єктів, що характеризуються великими електромеханічними постійними часу і які не потребують великої швидкодії, більш раціональною є двоконтурна система, яка замкнута по технологічному параметру. Крім того, виключення зворотного зв'язку по швидкості, збільшує надійність роботи системи в цілому, не знижуючи динамічних якостей САК при належному виборі параметрів регулятора.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Визначена технологічна роль вентилятора подачі повітря в методичну піч та технічні характеристики вентилятора методичної печі. На базі експериментальних даних та графіків залежностей температури в зонах печі та витрат зміни газу і повітря визначено максимальні та мінімальні значення коливань вимірювальних параметрів. Прийнято, що одним з найважливіших каналів регулювання температури є витрата повітря.

Визначені статистичні регресійні моделі, побудовані по фактичних технологічних показниках зміни параметрів методичної печі. Знайдені моделі зв'язують температуру в томильній і зварювальній зонах з витратою повітря і витратою газу, що надає можливість їхнього використання при виборі і розрахунку регулятора продуктивності.

Встановлено, що для інерційних об'єктів, що характеризуються великими електромеханічними постійними часу і які не потребують великої швидкодії, більш раціональною є двоконтурна система, яка замкнута по технологічному параметру. Крім того, виключення зворотного зв'язку по швидкості, збільшує надійність роботи системи в цілому, не знижуючи динамічних якостей САК при належному виборі параметрів регулятора.

А.Ю. КУЗЬМЕНКО, магістрант, Ю.Б. ФІЛІПП, канд. тех. наук, доцент,  
Криворізький національний університет

## АНАЛІЗ РЕЗОНАНСНИХ ЯВИЩЬ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ З ПОТУЖНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ДВИГУНАМИ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Сучасні електроприводи відрізняються високим ступенем автоматизації їхньої роботи. Це приводить до того, що привод може працювати в найбільш економічних режимах і відтворювати з високою точністю рух, необхідний відповідно до технологічних умов роботи виробничої машини.

Сучасний електропривод - це важлива, що бурхливо розвивається, область техніки, що займає одне із провідних місць у програмі електрифікації промисловості. Напрямок його розвитку - у нашій країні відповідно загальним завданням розвитку всього народного господарства. Завдання подальшого підвищення продуктивності праці й економічної - ефективності виробництва вимагає, зокрема, від техніки нових високопродуктивних машин, обладнаних високоякісними електроприводами.

Переважає більшість механічних систем електроприводу в процесі експлуатації піддаються впливам що циклічно змінюються навантажень. Тому часто вихід їх з ладу пов'язаний з виникненням і розвитком втомних ушкоджень. Запобігання втомного руйнування елементів механічного встаткування електроприводів є актуальною проблемою.

Постановка завдання. Метою статті є аналітичні та статистичні дослідження механічного стану електромеханічної системи димососу конвертерного цеху.

Викладення матеріалу та результати. При проведенні досліджень було проаналізовано режими роботи димососу конвертерного цеху, висвітлено основні причини виникнення підвищених коливальних навантажень, обумовлених резонансними явищами. Було досліджено механічний стан електромеханічної системи димососу конвертерного цеху. Доведено, що однією із вагомих причин простоїв є аварійне відключення димососів внаслідок вібрацій. Статистичний аналіз вібрацій показав, що зміни її амплітуди в часі не можуть бути основою для прогнозу аварійного відключення димососу.

Дослідження динаміки робочих режимів установки було проведено з використанням пакету MATLAB. Дослідження показали, що пружність механічних зв'язків між валом двигуна та ротора димососу приводить до затягування процесу пуску, а також більш, ніж у два рази перевантажує двигун за струмом, а передатна функція двохмасової механічної системи має властивості коливальної ланки. Було виділено три області зміни частоти коливань механічної системи: область високих частот, область низьких частот й область резонансної частоти.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Проаналізовано режими роботи димососу конвертерного цеху, висвітлено основні причини виникнення підвищених коливальних навантажень, обумовлених резонансними явищами.

Доведено, що однією із вагомих причин простоїв є аварійне відключення димососів внаслідок вібрацій. Статистичний аналіз вібрацій показав, що зміни її амплітуди в часі не можуть бути основою для прогнозу аварійного відключення димососу.

Дослідження показали, що пружність механічних зв'язків між валом двигуна та ротора димососу приводить до затягування процесу пуску, а також більш, ніж у два рази перевантажує двигун за струмом.

### Список літератури

1. Аракелян А. К., Афанасьев А. А., Чиликин М. Г. Вентильный электропривод с синхронным двигателем и зависимым инвертором М.: Энергия, 1977. - 224 с.
2. Глебов И. А., Логинов С. И. Система возбуждения и регулирования синхронных двигателей. - Л.: Энергия, 1972. 113 с.
3. Болотин В. В. Динамическая устойчивость упругих систем. М.: Госэнергоиздат, 1956. 40 с.
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0: Учебное пособие. – СПб.: Карона, 2001. – 326с.

**РОЗРОБКА СИЛОВОЇ ЧАСТИНИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ  
З ІМПУЛЬСНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ТА ТЯГОВИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ ДВИГУНОМ**

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. В теперішній час на переважній більшості транспортних засобів з електричним приводом ведучих коліс, в якості тягових двигунів використовуються в основному електродвигуни постійного струму послідовного (переважно) або змішаного (рідше) збудження. В повній мірі це відноситься і до рудникових видів електровозів. Між тим, для двигунів послідовного збудження характерним є погіршення електромеханічних характеристик в процесі гальмування при зменшенні швидкості електровозу. Тому на практиці для зупинки електропотягів з вищезгаданими типами тягових двигунів застосовують не динамічне, як найбільш прийнятне, а гальмування із противмиканням. При цьому спостерігається суттєве зростання рівня струму двигуна, що є причиною підвищеного нагрівання його обмоток з послідуочим збільшенням вірогідності поломки.

Особливо це проявляється при маневрових роботах електропотягів, коли відбувається завантаження або розвантаження гірської породи у вагонетки. Тоді час роботи двигунів у режимі гальмування сягає понад 50 % загального часу. Саме тому режимам гальмування у процесі електровозного відкочування приділяється особлива увага, а дослідити ефективність функціонування електричного обладнання з врахуванням особливостей цих режимів можливо в умовах лабораторного стенду.

Постановка завдання. Метою статті є викладення матеріалів з розробки лабораторного стенда для вивчення системи електропривода ШПП-Д з транзисторними ключами.

Викладення матеріалу та результати. Виходячи з поставлених умов, авторами проведено аналіз найбільш поширених структур тягових електроприводів. Як було зазначено вище, перша умова самозбудження двигуна забезпечується схемними рішеннями. Звідси можна виділити дві, найбільш розповсюджені структури: з реверсуванням обмотки якоря (збудження) та без реверсування. Окремо треба зазначити, що реверсування обмотки збудження не є бажаним, оскільки виникає можливість розмагнічення останньої, та у зв'язку з цим суттєво підвищується вірогідність зриву гальмування. Тому структури з реверсором обмотки якоря знайшли більше розповсюдження.

При роботі електропривода з частотою обертання близькою до критичного значення та нижче, застосовують ініціацію струму збудження від додаткового джерела живлення, наприклад, акумуляторної батареї або за рахунок енергії заряду конденсатора, що прискорює процес збудження та підвищує надійність електричного гальмування. Існують також схеми, в яких є можливість живлення обмотки збудження від джерела на період гальмування. Але для таких рішень характерним є складність їх реалізації, тому вони потребують суттєвого вдосконалення.

З практичної точки зору можна виділити такі схеми, в яких використовуються найбільш поширені методи електричного гальмування це противмикання та динамічне гальмування. Тому доцільним є комбінація методів гальмування, що припускає чергування режимів з регулюванням часу їх тривалості.

Висновки та напрямки подальших досліджень. У роботі проаналізовані типові електромеханічні схеми обладнання рудникового електровозу. Побудована структурна схема тягового електроприводу. На базі узагальненої структурної схеми розроблена силова частина лабораторного стенда з дослідження тягового приводу з двигуном послідовного збудження. Проаналізовано режими роботи тягових двигунів рудникового електровозу та на їх основі сформовано задачі системи керування електроприводу. На основі сформованих завдань розроблено принципову схему системи керування тяговим електроприводом з послідовною обмоткою збудження. Зроблено комутацію елементів силової частини та систему керування, проведено налагодження режимів роботи лабораторного стенду.

*Список літератури*

1. Волотковский С.А. Рудничная электровозная тяга. –М.: Недра, 1981. – 389 с.

І.В. ХРОМЕЙ, магістрант, Д.О. КАЛЬМУС, ст. викладач,  
Криворізький національний університет

## **РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ З ІМПУЛЬСНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ТА ТЯГОВИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ ДВИГУНОМ**

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Як показує досвід, вихід з ладу тягових двигунів багато в чому залежить від виконання двигунів або класу ізоляції, а визначається, головним образом, відносною тепловою напруженістю активних частин, тобто різницею між фактично встановленим рівнем нагріву активних частин і гранично допустимим нагріванням. Це пояснюється тим, що при проектуванні електродвигунів недостатньо враховуються практичні режими роботи, значно відрізняються від тих, які можуть бути штучно створені в лабораторіях при дослідженні та випробуванні двигунів.

Аналіз досліджень та публікацій. Розвиток перетворювальної техніки дозволяє забезпечити надійне регулювання швидкості та струму тягових електричних машин із застосуванням сучасних елементів, ефективних як за своїми експлуатаційними так, що важливо, 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. Отже, цифрові системи регулювання набули широкого розповсюдження, тому перспективним напрямком є дослідження таких структур, основу якого складає синтез регуляторів та законів керування.

Постановка завдання. Метою статті є розробка апаратної частини лабораторного обладнання для вивчення системи електропривода ШПП-Д з транзисторними ключами.

Викладення матеріалу та результати. Аналіз схем виявив дві основні структури котрі використовуються в розглянутих типах електричних приводів. Це схеми з перетворювачем із дворівневим регулюванням напруги при послідовно-паралельному з'єднанні тягових електричних двигунів, та схема з перетворювачем із однорівневим незалежним регулюванням напруги на тягових двигунах.

У гальмівному режимі, такі структури живляться від окремих джерел, при цьому використовуються гальмівні резистори і збирається схема динамічного гальмування. Регулювання гальмівного режиму здійснюється широтно-імпульсною модуляцією відповідних транзисторів, які поступово шунтують гальмівні резистори до повного їх замикання, що забезпечує ефективне гальмування майже до зупинки.

Проведений аналіз узагальненої структури тягового електроприводу дозволив виділити основні функції, які має виконувати алгоритм ефективного електричного гальмування:

- управляти процесом електричного гальмування у всій діпазоні швидкості рудникових електровозів (включаючи зону ослаблення поля й зону зменшення струму якоря тягових двигунів для обмеження напруги між колекторними пластинами);
- у процесі руху рудникових електровозів прогнозувати й запобігати відмовам системи електричного гальмування через можливі відхилення напруги мережі живлення від номінального значення;
- переведення тягових двигунів у відповідний режим електричного гальмування, що є максимально ефективним у конкретних умовах процесу гальмування рудникових електровозів;
- регулювання гальмового струму тягових двигунів за умовами зчеплення залежно від заданого уповільнення;
- обмеження струму гальмування в ланцюгах тягового електроприводу при перевантаженнях.

Висновки та напрямок подальших досліджень. З аналізу результатів роботи, можна зробити висновок, що імпульсне керування тяговим електроприводом дозволяє здійснювати комбінацію режимів гальмування, що підвищує ефективність електричного гальмування рудникових електровозів в цілому. При цьому виникає необхідність у створенні алгоритму ефективного гальмування електроприводу тягових двигунів рудникового електровозу, також визначено, що основні функції, які він має виконувати є забезпечення широкого діпазону застосування та запобігання відмовам системи електричного гальмування.



**ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВИМОГ ДО РЕГУЛЬОВАНИХ ВИДІВ  
ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ВЕНТИЛЯТОРІВ ГОЛОВНОГО ПРОВІТРЮВАННЯ ШАХТ**

Світові тенденції енергоресурсозбереження, а також сучасні напрямки розвитку техніки і технології залізрудного виробництва доводять, що потрібне створення регульованого електроприводу вентиляторами головного провітрювання (ВГП), до яких висунуті загальноприйняті вимоги з безпеки і безперервного забезпечення підземних виробок необхідною кількістю свіжого повітря. Слід враховувати вимоги до створення регульованого електроприводу з максимальною продуктивністю ВГП.

У шахтах і рудниках для провітрювання використовують центробіжні вентилятори. Засобом регулювання для центробіжних вентиляторів найбільш широко використовується регулювання поворотом лопаток направляючого апарату. Регулюючий ефект здійснюється за рахунок двох факторів: зменшення перетину вхідного каналу і закручування потоку на вході в робоче колесо. Якщо ж продуктивність вентилятора регулювати зміною швидкості обертання, то характеристика мережі збігається, відповідно до формул пропорційності, з кривою рівних к. к. д. і к. к. д. вентилятора у всьому діапазоні регулювання залишиться постійним. Порівняння к. к. д. при двох способах регулювання продуктивності наведено на рис. 1.

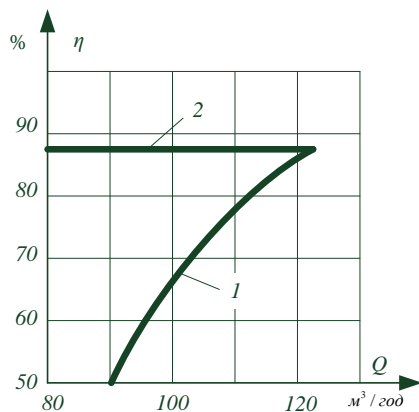


Рис.1 Зміна к.к.д. вентилятора при регулюванні продуктивності. 1 -

В даний час для приводу великих вентиляторів застосовуються в основному синхронні двигуни загальнопромислового виконання. Розглянемо тепер на прикладі шахтних ВГП необхідність і умови регулювання їх продуктивності. Підкреслимо ще раз при цьому, що шахтні вентилятори є дуже великим споживачем електроенергії.

Більшість установок ВГП які встановлені на різних шахтах і копальнях працюють з неприпустимо низьким к. к. д. і тільки 10% вентиляторів працюють в оптимальному режимі. Таке нераціональне витрачання електроенергії має місце внаслідок того, що вентилятори не обладнані регульованим приводом, а тільки засобами пуску. Як було раніше сказано якби вентилятори регулювалися зміною швидкості обертання, то скорочення продуктивності не супроводжувалося б зменшенням к. к. д. статистичні порівняння показують, що к. к. д. вентиляторів при регульованому електроприводі повинен бути більше, ніж при нерегульованому, в середнім на 12%.

Характеризуючи в цілому особливості роботи вентиляторів і вимоги до їх електроприводу, можна сказати:

- вентилятори є, як правило, механізмом з тривалим режимом роботи з великим числом годин роботи в році; навантаження на валу приводного двигуна спокійна, перевантажень не виникає;
- швидкість обертання робочого колеса вентилятора не перевищує 600 об / хв;
- вентилятори є механізмами, що володіли великими маховими масами, що необхідно враховувати при розрахунку пускових характеристик електроприводів;
- доцільність застосування регульованого електроприводу у потужних ВГП
- необхідні діапазон регулювання швидкості для вентиляторів не перевищує 1/2 (до  $k_{p.c.} = 0,5$ ); більш глибоке регулювання недоцільно, враховуючи кубічну залежність потужності і швидкості.

Тому в даний час є велика доцільність створення регульованого електроприводу ВГП з висунутими до нього вище вимоги і домогтися максимального к. к. д. даної установки.

*Список літератури*

1. Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий. - Учеб. пособие. — М.: Горная Книга, 2011. — 260 с.
2. Онищенко Г.Б., Юньков М.Г. Электропривод турбомеханизмов – Москва: «Энергия», 1972. – 240 с.

М.Л. БАРАНОВСЬКА, канд. тех. наук, доцент, В.Д. БАРАНОВСЬКИЙ, студент,  
Криворізький національний університет

### ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНІВ ПЕРЕНАПРУГ ПРИ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАННЯХ НА ЗЕМЛЮ В КАР'ЄРНИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 6-10 кВ

Однофазні замикання на землю, що виникають у кар'єрних розподільчих мережах 6-10 кВ з ізольованою нейтраллю, є переважаючим видом ушкоджень та складають більше 75% від загального числа ушкоджень. Питанням обмеження перенапруг при дугових замиканнях на землю присвячені роботи провідних вчених: Петерсена, Петерса і Слепяна, Белякова М.М., Ліхачова Ф.А., Дударева Л.Ю., Самойловича І.С., Сивокобиленка В.Ф., Журахівського А.В., Дергільова М.П.

Невелика протяжність розподільчих мереж 6–10 кВ, в порівнянні з довжиною хвилі, дозволяє розглядати такі мережі, як мережі з зосередженими параметрами. Як правило, в живильних мережах джерелами живлення є трансформатори, а споживачами – трансформатори або електродвигуни.

При однофазних замиканнях на землю в розподільчих мережах з ізольованою нейтраллю виникає перехідна дуга. Вона викликає складні перехідні процеси, в результаті яких виникають перенапруги.

Аналізи математичних моделей розподільчих мереж та результатів досліджень авторів показують, що опір кола замикання на землю ( $R_*$ ) змінюється в межах до 200 Ом й впливає на перехідні процеси при ОЗЗ; в математичних моделях при дослідженні перехідних процесів при ОЗЗ опір поздовжніх віток й провідності ізоляції неушкоджених фаз можна не враховувати, тому що рівень перенапруг у колі при їх врахуванні зменшується на величину не більше 1 %. При дослідженні процесу відновлення напруги на пошкодженій фазі встановлено, що опір ізоляції не відновлюється до первісного рівня і його необхідно приймати у математичних моделях за величиною таким, при якому за час півперіоду промислової частоти згасання амплітуди апериодичної складової складе 0,95. Для аналізу перехідних процесів при ОЗЗ у живильних мережах можна використовувати спрощену трифазну схему заміщення з урахуванням опору кола замикання на землю.

У залежності від величини опору кола замикання на землю перехідні процеси можуть протікати з одним або декількома високочастотними переходами струму ОЗЗ через нуль за час півперіоду мережі ( $T_M/2$ ). Існують такі значення  $R_*$ , котрі є межами між одним та двома високочастотними переходами струму ОЗЗ через нуль.

Важливими параметрами до моменту переходу струму ОЗЗ через нуль є: час горіння дуги; коефіцієнт згасання періодичної складової; швидкість зміни струму при переході через нуль; момент часу, в який напруга в непошкоджених фазах приймає максимальне значення

Розроблені математичні моделі розподільчих мереж 6-10 кВ дозволили за допомогою математичного апарату оцінити значимість і вплив опору кола замикання на землю на характер протікання перехідних процесів і величину рівнів перенапруг при ОЗЗ.

Розрахункові кратності рівнів перенапруг є максимальними при  $R_* \rightarrow 0$  і становлять: у випереджаючій фазі при горінні дуги – 4,56; у випереджаючій фазі в процесі відновлення – 4,89; у пошкодженій фазі в процесі відновлення – 5,87. Зі збільшенням  $R_*$  рівні перенапруг знижуються. Найбільші рівні перенапруг в розподільчих мережах виникають при малих опорах кола замикання на землю і можуть перевищувати чотирикратні значення. Розвиток перенапруг залежить від величини опору кола замикання на землю, моменту гасіння дуги і величини напруг повторних запалень. Значення опору кола замикання на землю визначає кількість високочастотних переходів струму ОЗЗ через нульове значення і, тим самим, впливає на характер розвитку перехідних процесів [1].

#### Список літератури

1. Функціональна безпека електротехнічних систем та комплексів залізничних підприємств. Традиції та новітні рішення. / О.М. Сінчук, А.В. Пироженко, М.Л. Барановська, О.О. Харитонов. – Кременчук: ЧП Щербатих А.В. – 2018 – 190 с.

І.А. КОЗАКЕВИЧ, канд. тех. наук, доцент, А.А. КОНДРАТЕНКО, студентка,  
Криворізький національний університет

## АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

За останні два десятиліття проблеми з якістю електроенергії стали більш серйозними для всіх рівнів систем електропостачання через наявність нелінійних навантажень, якими є майже всі сучасні електронні пристрої. Якість електроенергії залежить не лише від постачальника, але можна вжити необхідних заходів щодо уникнення можливих перебоїв. Найбільш частими відхиленнями у якості електроенергії є просадки напруги, переривання живлення та гармонійні спотворення. Низька її якість призводить до значних відхилень у режимах експлуатації кінцевого обладнання, а в найгіршому випадку – до виходу його з ладу. У роботі виконується аналіз силових пристроїв, призначених для поліпшення якості електроенергії.

Активний стабілізатор напруги складається з підвищуючого трансформатора, напруга на первинну обмотку якого подається за допомогою перетворювача, що складається з випрямляча та інвертора. Послідовний підвищуючий трансформатор працює у лінійному діапазоні, здійснюючи додавання або віднімання вихідної напруги до напруги мережі, стабілізуючи її вихідне значення.

Динамічний компенсатор викривлень напруги має у своїй структурі блоки накопичення електричної енергії постійного струму. Вони є необхідними для забезпечення потужності, що використовується для корекції відхилень напруги. Послідовно до системи електропостачання підключено зв'язуючий трансформатор, перетворювач генерує трифазну змінну вихідну напругу, керуючи її амплітудою та фазою. В якості основи для розробки системи керування динамічним компенсатором викривлень напруги використовувався метод ковзних режимів.

Розподільчий статичний синхронний компенсатор складається з напівпровідникового перетворювача, накопичувача електричної енергії, зв'язуючого трансформатора, системи керування та пасивного LC-фільтра. Напівпровідниковий перетворювач перетворює постійну напругу накопичувача електроенергії у набір трифазних напруг змінного струму, що передаються до мережі через зв'язуючий трансформатор. Керуючи амплітудою та фазою вихідної напруги створюються умови для ефективного керування обміном активної та реактивної енергії між компенсатором та системою електропостачання.

З метою аналізу роботи вищеописаних пристроїв з точки зору ефективності компенсації відхилень у якості електроенергії виконувалося моделювання їх роботи у середовищі Matlab/Simulink. Було створено математичну модель системи електропостачання та умови, за яких у певний період часу виникає просадка напруги у розмірі 15% від номінального значення. При інтеграції у структуру системи електропостачання динамічного компенсатора напруга на навантаженні під час просадки залишається на рівні 94% від номінального значення. При моделюванні просадки за умови наявності в мережі розподільчого статичного синхронного компенсатора діюче значення напруги на навантаженні складало 86% від номінального значення.

До найбільш суттєвих результатів роботи слід віднести моделювання роботи силових пристроїв для поліпшення якості електроенергії, застосування методу ковзних режимів в якості основи для розробки системи керування динамічним компенсатором викривлень напруги та використання при моделюванні ПІ-регулятора, що дозволило отримати високу швидкодію системи. Динамічний компенсатор демонструє кращі показники компенсації глибоких просядок напруги та здатен зменшувати рівень гармонік, викликаних наявністю нелінійних навантажень.

### Список літератури

1. Кононов Б. Т. Управління якістю електричної енергії [Електронний ресурс] / Б. Т. Кононов, Н. М. Рябуха, В. М. Щека // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. – 2013. – Вип. 3. – 158-161 с. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS\\_2013\\_3\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2013_3_37)
2. Monteiro Pereira R. M. FACTS performance in the dynamic voltage stability of an electric power system / R. M. Monteiro Pereira, Adelino J. C. Pereira, C. M. Machado Ferreira, F. P. Maciel Barbosa // 52nd International Universities Power Engineering Conference. – 2017. – Рр. 1-5.
3. Бунько В. Я. Аналіз електромагнітної сумісності системи "мережа-активний фільтр гармонік", яка впливає на якість електричної енергії [Електронний ресурс] / В. Я. Бунько // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. – 2015. – Вип. 209(1). – 105-112 с. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/geta\\_2015\\_94\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/geta_2015_94_7).

О.Ю. МИХАЙЛЕНКО канд. тех. наук, доцент, Д.О. КОПИЛЄВ, студент,  
Криворізький національний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА МІСЦЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК НА ДИНАМІЧНУ СТІЙКІСТЬ РАЙОННОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ**

Постійне підвищення рівня споживання електроенергії об'єктами житлової та комунальної інфраструктури, котре, насамперед, пов'язане з впровадженням нового електроустаткування та електроприводів через поступове скорочення використання природного газу в Україні, призводить до зростання навантаження на електричні мережі міст та селищ. Разом з цим відбувається зростання електроенергії, виробленої з використанням традиційних енергоресурсів. Одним із шляхів подолання проблемної ситуації є, обумовленої вище зазначеними особливостями, є застосування електростанцій, що використовують нетрадиційні відновлювані енергоресурси. При цьому перспективним напрямом є використання у межах міст вітроенергетичних установок (ВЕУ) низької потужності.

Такі локальні вітроелектростанції впроваджуються по схемі глибокого вводу і мають усі властиві їй переваги.

На даний час недостатньо уваги приділяється аналізу інтеграції локальної вітроелектростанції у структуру електричних мереж міста та місця її розташування на стійкість роботи енергосистеми.

До збурень, що призводять до втрати динамічної стійкості енергосистеми, відносять короткі замикання, відключення ліній електропередачі генераторів, трансформаторів та інших елементів вузлів електричної мережі.

Враховуючи, що вітрові умови місцевості можуть призводити до зупинки вітрогенераторів, а місце їх встановлення впливають на рівень вироблення електроенергії, тому дослідження впливу режимів роботи локальної вітроелектростанції на здатність енергосистеми зберігати стабільний режим роботи є актуальним завданням.

Для проведення обчислювальних експериментів було розроблено математичну модель електричної мережі мікрорайону Індустріальний міста Кривого Рогу, що включає вітрогенераторні установки, з використанням пакету Power Systems Analysis Toolbox у програмну середовищі MATLAB.

За місцем потенційного розташування ВЕУ локальної вітроелектростанції, прилеглу до мікрорайону територію було умовно розділено на чотири зони: західний майданчик без території сільськогосподарського призначення, західний майданчик з територією сільськогосподарського призначення, східний майданчик, а також загальна площа.

При проведенні досліджень розглядався вплив на динамічну стійкість енергосистеми рівня вироблення електроенергії ВЕУ, котрий обумовлений зміною вітрових умов місцевості протягом доби, а також місця розташування локальної вітроелектростанції.

Для моделювання впливу першого фактору здійснювалася стрибкоподібна зміна швидкості вітру в процесі роботи моделі, другого – проводилася зміна місця підключення вітроелектростанції до електричної мережі міста.

Результати обчислювальних експериментів дозволили встановити, що динамічна стійкість енергосистеми знижується зі зростанням частки електроенергії, виробленої ВЕУ.

Зі збільшенням відстані встановлення вітроелектростанції збільшується час повернення до усталеного режиму роботи при виникненні збурень.

Подальші дослідження будуть присвячені визначенню шляхів підвищення стійкості енергосистеми міста при інтеграції в них локальних вітроелектростанцій.

### *Список літератури*

1. Харитонов В.П. Автономные ветроэнергетические установки / В.П. Харитонов. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. – 280 с.
2. Xia S. Impacts of Integration of Wind Farms on Power System Transient Stability / S. Xia, Q. Zhang, S.T. Hussain, B. Hing, W. Zou // Applied Sciences. – 2018. – 8(8):1289. – 16 p

А.Б. СЁМОЧКИН, к. т. н., доцент, В.О. ФЕДОТОВ, к. т. н., ст. преподаватель,  
Криворожский национальный университет

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЯМОГО УПРАВЛЕНИЯ МОМЕНТОМ СИСТЕМЫ ПРИВОДА ИНВЕРТОР – ТЯГОВЫЙ АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ В ШАХТНОМ ЭЛЕКТРОВОЗОСОСТАВЕ

В настоящее время в рудных шахтах Украины ситуация с внутришахтным рельсовым транспортом требует модернизации тяговых электроприводов шахтных электровозов [1]. Среди различных вариантов модернизации [2] здесь рассматривается вариант использования системы с прямым управлением моментом инвертор – тяговый асинхронный двигатель. Данная система привода сравнительно нова и малоизвестна по технико-экономическим показателям. Как известно, система инвертор – тяговый асинхронный двигатель является более энергоэффективной по сравнению с релейно-контакторной системой управления электроприводом, работающей в настоящее время на электровозах 14КА. Одним из требований модернизации, помимо увеличения энергоэффективности, является также возможность автоматизации погрузочно-разгрузочных работ шахтного электровозосостава, для чего необходимо качественное управление скоростью электровоза.

Автоматизация позиционирования вагонеток при разгрузке предполагает перемещение без участия машиниста вагонеток на расстояние 7,9 м за минимальное время, с высокой точностью. На рис. 1 и 2 приведены результаты моделирования этого процесса в среде Matlab [3] при использовании прямого управления моментом в системе инвертор – тяговый асинхронный двигатель. Для моделирования был выбран электровозосостав с восемью вагонетками. При этом была учтена реальная конструкция сцепных устройств электровоза и вагонеток [4], в которой присутствуют зазоры величиной до 20 см и амортизаторы с упругими свойствами. Также при моделировании переходных процессов учитывались условия ограничения максимального тягового усилия для предотвращения юза или буксования колес электровоза.

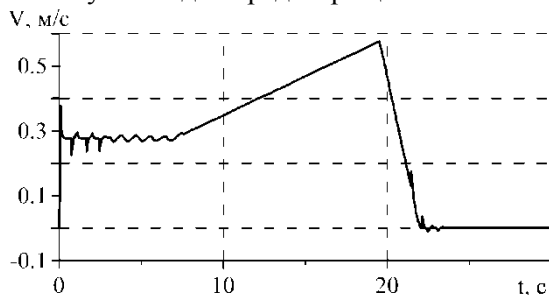


Рис. 1. График скорости электровоза

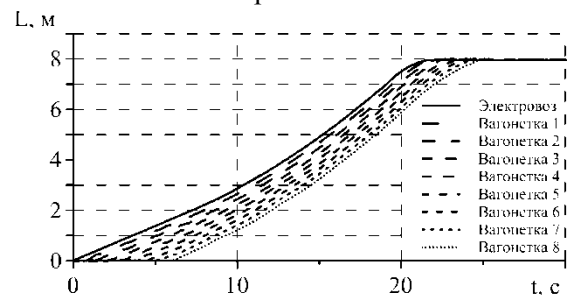


Рис. 2. Графики перемещения электровоза и вагонеток

Как видно из рисунков, тяговый электропривод с прямым управлением моментом позволяет получить удовлетворительные результаты при управлении перемещением вагонеток. Однако следует отметить, что такая система не полностью предотвращает броски скорости электровоза под влиянием ударов вагонеток по сцепному устройству электровоза, а так же, что отклонения скорости при ударах все же значительно меньше по сравнению с исходной системой тягового привода с релейно-контакторной системой управления [1].

### Список літератури

1. Сёмочкин А. Б. Оценка возможностей автоматизации точного позиционирования вагонеток шахтного электровозного транспорта под разгрузку в условиях шахт Кривбасса / А. Б. Сёмочкин, В. А. Федотов // Міжнародна науково-технічна конференція «Розвиток промисловості та суспільства», том 2. – Кривий Ріг: ДВНЗ «КНУ», 2018. – С 129.
2. Синчук О. Н. Оценка влияния факторов на предельную величину ударного усилия в сцепном устройстве при перемещении пары «электровоз-вагонетка» при различных способах управления электровозом / О. Н. Синчук, А. Б. Сёмочкин, В. А. Федотов // Вісник Національного технічного університету «ХПИ». – 2015. № 12. – С. 251-256.
3. DTC induction motor drive [Электронный ресурс] / The MathWorks, Inc. – 2019. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ref/dtcinductionmotordrive.html>
4. Волотковский С. А. Рудничная электровозная тяга / С. А. Волотковский // – М.: Недра, 1981. – 389 с.

В.С. МОРКУН д. т. н., проф., Н.В. МОРКУН д. т. н., проф., С.М. ГРИЦЕНКО к. пед. наук,  
В.В. ТРОНЬ к. т. н., доцент, О.Ю. СЕРДЮК, О.В. ПИЛИПЕНКО асистенти,  
Криворізький національний університет

### ОЦІНКА ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЧАСТОК ПОДРІБНЕНОЇ РУДИ ЗА СТУПЕНЕМ РОЗКРИТТЯ МІНЕРАЛІВ

Пропонується спосіб відновлення функції розподілу часток подрібненої в процесі збагачення руди за ступенем розкриття мінералів для випадку, коли проба досліджуваного матеріалу відповідає певним вимогам. Показано, що оцінка вмісту корисного компонента і ступеня його розкриття при відомій крупності частки подрібненої руди може бути зведена до визначення щільності цієї частки.

Прилад для визначення ступеня розкриття корисного компонента являє собою циліндричну посудину з водою, на стінках якої закріплені випромінювач і приймач ультразвукових хвиль, розташовані на певному рівні  $Z$ . У початковому стані контрольована проба міститься в шарі товщиною  $Z_1$  ( $V_s = SZ_1$  – обсяг зазначеного шару, де  $S$  – площа поперечного перерізу посудини). Будемо вважати, що в досліджуваному матеріалі містяться частинки, мінімальний розмір яких –  $r_1$ , а максимальний –  $r_2$ . Виділити такий матеріал можна, наприклад, шляхом ситового аналізу в лабораторних умовах. У момент часу  $t_0$  матеріал проби починає вільно осідати в вимірювальній посудині.

В процесі осадження частинок їх концентрація змінюється в часі і просторі через залежність швидкості осадження від щільності частинок. Судити про розподіл часток по мірі розкриття корисного компонента пропонується шляхом вимірювання часової залежності ослаблення амплітуди ультразвукових хвиль на певному рівні (глибині)  $Z$  вимірювальної посудини.

Випробування приладу ультразвукового контролю ступеня розкриття мінералів при подрібненні руд проводилися для різних типів руд, що характеризуються певними законами розподілу за ступенем розкриття корисного компонента.



За результатами випробувань зроблено висновок про те, що відновлення функції розподілу часток подрібненої руди за ступенем розкриття корисного компонента в разі, коли крупність цих часток обмежена певним діапазоном (наприклад, 50-70 мкм) і вони вільно осідають у воді, може бути здійснено на підставі вимірювань амплітуди ультразвукових хвиль високої частоти (~5 МГц) і інтегрального значення цієї величини протягом всього періоду осадження.

Величина похибки при відновленні функції розподілу часток за ступенем розкриття корисного компонента залежить від характеру (особливостей) вихідного розподілу. Середньоквадратичне відхилення відновлених залежностей для розподілів без різко виражених особливостей (залежності 2,3,4 на рис. 1, залежність 2 на рис. 2) становить 0,3-0,5. Для розподілів з яскраво вираженими особливостями (залежність 1 на рис. 1,2) похибка відновлення помітно зростає і становить у середньоквадратичному відхиленні 0,6-0,7.

## МОДЕЛЮВАННЯ ДІЛЯНКИ ФАБРИКИ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ ЗА ДОПОМОГОЮ СЕРЕДОВИЩА ПРОГРАМУВАННЯ UNITY PRO XL

Збагачувальна фабрика містить різні технологічні механізми, вони взаємопов'язані і безпосередньо впливають на роботу один одного - неефективна робота з технологічним механізмом призводить до неефективної роботи з наступними механізмами.

Аналіз результатів використання класичних методів автоматизованого управління показав, що в більшості випадків акцент робиться на контролі окремих механізмів з припущенням, що інші працюють у відповідності з нормою. Управління секцією збагачувальної фабрики, як правило, дозволить повністю охопити весь процес, проаналізувати технологічні зв'язки між механізмами та їх вплив на загальну роботу секції [1-3].

Більшість параметрів роботи технологічних механізмів секції збагачення складно виміряти, як і параметри оброблюваного продукту на різних операціях збагачення. Ці ж параметри, крім того, складно регулювати [4, 5]. Тому перш за все необхідно виділити першочергові параметри для моделі та перевірити їх працездатність і тільки після цього ускладнювати модель додаванням до неї інших значень.

Метою дослідження обрано розробку моделі секції збагачення залізної руди застосовуючи середовище програмування ПЛК. Для створення моделі роботи секції збагачення залізної руди було обрано середовище програмування Unity Pro XL фірми Schneider Electric. У кожній стадії збагачення є власні особливості роботи і відповідно кожна з них містить різні технологічні механізми. Таким чином, перша стадія є стадією підготовки залізної руди до подальшої обробки і тому тут відбувається крупне подрібнення за допомогою замкненого циклу подрібнення-класифікації. Друга та третя стадії концентрують увагу безпосередньо на процесі мокрої магнітної сепарації, тому тут приділяється увага сепараторам та дешламаторам, тоді як цикли подрібнення-класифікації виконують допоміжні функції.

Створена модель секції збагачення залізної руди дозволяє здійснювати моніторинг роботи технологічних механізмів та стану пульпи у реальному часі. Система у першому наближенні враховує лише ті параметри, які найлегше виміряти та мають явну кореляційну залежність.

Дана модель передбачає візуалізацію процесу та моніторинг основних його параметрів і закладає умови для подальшого перетворення моделі секції збагачення залізної руди у модель системи керування цією секцією.

Напрямок подальших досліджень є детальніше дослідження можливостей моделювання контрольованих параметрів та регулюючих впливів збагачувальних процесів та удосконалення існуючої моделі додаванням до неї цих параметрів. Розроблена система використовується для наладки технологічного процесу а Operator Screen не доцільно використовувати для візуалізації, тому напрямком подальших досліджень також є розробка СКАДА-системи з окремою візуалізацією і зв'язком з середовищем програмування для оперування змінними.

### Список літератури

1. **Morkun V.** Optimization of the second and third stages of grinding based on fuzzy control algorithms / V. Morkun, O. Savitskiy, M. Tymoshenko // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – №8. – P. 22–25.
2. **Кондратець В.О.** Обґрунтування системи комп'ютерної ідентифікації та регулювання розрідження пульпи у кульових млинах з циркулюючим навантаженням / В.О. Кондратець, О.М. Сербул // Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 34. – С.45-50
3. **Танатар А.И.** Элементы промышленной автоматизации и их динамические свойства / Танатар А.И.- К.: Техніка, 1975.- 232 с.
4. **Sbarbaro D.** Advanced control and supervision of mineral processing plants / D. Sbarbaro, R. del Villar., 2010. – 311 p.
5. **Кондратець В.О.** Ідентифікація розрідження пульпи у млині, що подрібнює піски класифікатора з додатковою рудою / В.О. Кондратець // Вестник Херсонского нац. техн. ун-та.- 2014.- №3 (50).- С.305-310.

Н.Н. ШАПОВАЛОВА, ст. викладач, В.О. ЩЕРБИНА, студент,  
Криворізький національний університет

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В СИСТЕМАХ БІОІДЕНТИФІКАЦІЇ

На сьогоднішній день біометрія отримала найбільш широке поширення серед комплексу технік і знарядь захисту даних. Біометрична верифікація є засобом, за допомогою якого людину можна ідентифікувати завдяки однієї або декількох відмінних біологічних ознак. До унікальних біометричних ідентифікаторів можна віднести: відбитки пальців, геометрію рук, геометрію мочки вуха, структуру сітківки та діафрагму ока, голосові хвилі, ДНК та підписи [1].

Існує необхідність розробити систему доступу до даних, які надаються завдяки ідентифікації користувача за допомогою відбитку пальців. Задача ідентифікації відбитку пальців полягає у максимізації міри схожості зображення, отриманого зі сканеру, з еталонним відбитком за ключовим точкам зображення. Ключові точки, мінуції – це унікальні для кожного відбитку ознаки, що визначають пункти зміни структури папілярних ліній, орієнтацію папілярних ліній і координати в цих пунктах. Кожен відбиток може містити до 70 і більше мінуцій [2].

На вході системи маємо множину відбитків пальців  $A=\{a_1, \dots, a_r\}$ . Шляхом їх перетворення отримаємо множину векторів еталонних відбитків  $O=\{o_1, \dots, o_n\}$  з  $n$  оригінальних образів відбитків, які складаються з набору ключових  $m$  точок для кожного відбитку  $o_i=\{kT_{i1}, \dots, kT_{im}\}$ . Тут кожний образ відбитку пальця визначається вектором  $kT_{ij}$  – набором ключових точок для кожного відбитку. В свою чергу ключова точка складається з координат на площині і кута орієнтації мінуцій  $kT_{ij}=\{x_{ij}, y_{ij}, \theta_{ij}\}$ . Для кожного відбитка генерується свій образ, який представляє еталонний шаблон, що буде використовуватися для порівняння відбитків пальців [3].

Оскільки задача ідентифікації на відміну від задачі верифікації набагато складніша, по причині того, що необхідно з великої кількості образів відбитків знайти єдиний вірний образ, є сенс звужувати область пошуку, виокремлюючи серед всієї бази образів класи відомих типів відбитків. Класифікація відбитка пальця може бути розглянута як груба відповідність відбитків пальця. Введений відбиток пальця спочатку може бути віднесений на грубому рівні до одного із зазначених типів і потім, на наступному етапі, пошук зводиться до порівняння з підмножиною в базі даних, що відповідає цьому типу відбитка пальця. Існує п'ять класів відбитків: завиток, права петля, ліва петля, дуга і півсфера.

Задачу класифікації пропонується вирішити за допомогою методу машинного навчання – градієнтного бустінгу. Процес навчання моделі виконується лише один раз на етапі запуску системи у використання, тому застосування методів штучного інтелекту не впливатиме на швидкість опрацювання даних. На сьогоднішній день метод градієнтного бустінгу є одним з кращих способів спрямованої побудови композиції. Бустінг – це спосіб побудови композицій з дерев рішень, в рамках якого базові алгоритми будуються послідовно, один за одним і кожен наступний алгоритм будується таким чином, щоб виправляти помилки вже побудованої композиції

$a_N(x) = \sum_{n=1}^N b_n(x)$ , де  $b_n(x)$  – базові алгоритми (дерева рішень) на просторі ознак  $x$ .

Прийнята в роботу модель дає якість класифікації у розмірі 93.57%, і дозволяє прискорити процес знаходження образу відбитку пальця у вже структурованій за класами множині даних. Алгоритм тестовано на даних з відкритого джерела, дата-сет складається з 1679 зображень відбитків пальців.

### Список літератури

1. Biometric identification systems [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=12>.
2. Анализ методов распознавания отпечатков пальца [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.nbuu.gov.ua/old\\_jrn/natural/SOI/2010\\_6/Rykanov.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/old_jrn/natural/SOI/2010_6/Rykanov.pdf) (дата обращения 20.12.2016).
3. Biometrics: authentication and identification [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gemalto.com/govt/inspired/biometrics>.



## РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЕНИХ БАЗ ДАНИХ НА ОСНОВІ Т ЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН

Зберігання даних є однією з найпоширеніших вимог теперішнього часу. З розвитком технологій розвивається і спосіб їх зберігання. На сьогоднішній час існує безліч видів баз даних (БД): від найпростіших до досить складних. За способом розташування їх поділяють на локальні та розподілені. Розподілена база даних (РБД) – це сукупність синхронізованих цифрових даних, які копіюються і знаходяться в спільному доступі але, фізично розподілені по різних місцях та навіть країнам [1]. РБД є децентралізованою базою даних, доступною для використання і контрольованою безліччю її учасників. Такі учасники називаються «нодами» децентралізованої мережі бази даних. «Повноправні ноди» користуються в відношенні РБД системоутворюючими правами. З іншого боку, «легкі ноди» є її пасивними учасниками. Будь-яке оновлення даних підтверджується повноправними нодами, які за допомогою особливого механізму «консенсусу» досягають згоди щодо поточного стану бази даних.

Завданням дослідження є детальне пояснення сутності принципів технології РБД на прикладі реалізації блокчейн мовою програмування Python 3, механізму забезпечення відкритості, безпечності і розподіленості: БД містить інформацію про транзакції між двома або більшим числом її сторін, резервні копії якої зберігаються в багатьох точках на відповідних комп'ютерах, які є вузлами інформаційної системи – нодами; БД складається з «ланцюжків блоків» (блокчейн), кожен з яких містить дані, такі як деталі транзакції – продавець, покупець, ціна, умови транзакції і інші значимі деталі; деталі транзакції, що містяться в кожному з блоків, проходять валідацію з боку всіх нодів мережі за допомогою алгоритму, званого «хешування». Транзакція підтверджується в тому випадку, якщо результат хешування підтверджується усіма нодами; новий блок додається до існуючої ланцюжку транзакцій тільки в тому випадку, якщо він успішно проходить валідацію.

Блокчейн – одна з небагатьох технологій, що відрізняється надійністю, яка досягається методами криптографії. Тому тут майже виключена підміна даних. Так, наприклад, спроба змінити дані блоку потрібно буде заново створювати хеш. А оскільки наступні блоки пов'язані з попередніми, то потрібно буде наново перераховувати хеші для всіх наступних блоків. Оскільки доступ до бази даних мають всі охочі, то мати змогу контролювати, або прослідкувати потрібну інформацію є також важливим аспектом. Тож всі блоки ланцюжка доступні для публічного перегляду і ця характеристика забезпечує прозорість.

У даній роботі була розроблена система верифікації та обліку товарообігу на основі технології блокчейн. Було проаналізовано сучасний стан використання технології блокчейн у різних галузях господарської діяльності, Особлива увага приділена використанню цієї технології для верифікації та обліку товарообігу, зокрема, в харчовій промисловості. Доведена актуальність розробки системи верифікації та обліку товарообігу на основі технології блокчейн, сформовані основні вимоги, цілі та задачі наукової роботи. Обрано методи розв'язання задач. Спроектовано розподілену базу даних, розроблено алгоритми та програмне забезпечення для реалізації поставлених задач.

Запропоновані технологічні рішення надають можливість використовувати розроблену систему не лише для обліку товарообігу у галузі харчової промисловості, але й в будь-якій іншій сфері господарчої діяльності, що передбачає велику кількість торговельних відносин між її суб'єктами.

### Список літератури

1. Отчет IOSCO по исследованию финансовых технологий Технологии распределенных баз данных (DLT) (перевод) [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://partad.ru/UploadFiles/GetUploadedPdfFile?uploadFileId=526>.

**ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ МЕРЕЖ  
ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ**

Високі темпи технологічного розвитку та швидке зростання кількості населення планети призводить до збільшення споживання ресурсів, в першу чергу – енергетичних. Через це наявні мережі розподілу електроенергії в даний час являються дефіцитними. Через обмежену кількість природних енергетичних ресурсів єдиним вирішенням даної проблеми є використання відновлюваних джерел енергії і покращення енергоефективності існуючих енергетичних систем шляхом вдосконалення їх архітектури. Впровадження технологій та методик вирішення даної проблеми повинно починатися з промислових підприємств, як основних споживачів електричної енергії.

Важливим елементом комплексу мір для впровадження використання відновлюваних джерел енергії є впровадження концепції розумної мережі. Функціонально розумна мережа повинна забезпечувати більш ефективне розповсюдження та використання енергії. Розумна мережа складається з декількох фундаментальних підсистем: інтелектуальні системи вимірювання та обліку; системи прогнозування попиту; системи динамічного керування мережею і накопичувачами енергії; системи регулювання навантаження і попиту. У загальному випадку прогнозування навантаження використовується лише опосередковано для інформування споживачів про рівень споживання енергії, та для допомоги в управлінні потоками енергії. Але в сучасних умовах України питання прогнозування навантаження набуває значення фундаментального питання для здійснення ефективного керування розподіленням енергії промисловими підприємствами, так як в умовах енергетичного ринку замовлення енергії відбувається на наступний день і дуже важливо максимально точно спрогнозувати об'єми замовлення.

Хоча і існує велика кількість різних інтерпретацій концепції інтелектуальних мереж, досі не існує єдиного уніфікованого рішення для реалізації інтелектуальної мережі. Основуючись на аналізі існуючих літературних джерел система розподілу електроенергії майбутнього у вигляді інтелектуальної сітки вдосконалює поточну мережу передачі електроенергії шляхом включення моніторингу, контролю та комунікацій.

Функція більш ефективного та оптимізованого використання наявних активів може бути реалізована шляхом запровадження енергетичного менеджменту та включення функції впровадження участі клієнтів у розподіленні енергії. Енергетичний менеджмент є одним з найбільш важливих факторів у енергетиці, оскільки він зосереджується на підвищенні ефективності більшості енерговитратних процесів. Таким чином, енергетичний менеджмент може використовуватися для моніторингу та контролю ефективності використання та розподілу енергії. Прогнозування навантаження не є вирішенням проблеми енергетичного менеджменту, а являється лише інструментом для його реалізації. Прогнозування навантаження може бути використано для опосередкованого підвищення ефективності використання енергії шляхом підвищення обізнаності користувачів і підвищення ефективності кінцевого процесу. Розподіл енергії може бути більш ефективним саме завдяки точному прогнозуванню навантаження. Виробник електроенергії може передбачити, яким буде навантаження, і забезпечити його достатню кількість. А споживач може передбачити свої потреби і не виходити за межі свого замовлення, що дозволить уникнути зайвих витрат.

Існує велика кількість алгоритмів прогнозування навантаження, цей ряд включає статистичні моделі, моделі часових рядів, моделі регресійного аналізу, експертні системи, мережі штучного інтелекту, системи нечіткої логіки та обчислювані інтелектуальні моделі. Моделі часових рядів забезпечують значення середньої абсолютної квадратичної помилки 1,1%, для регресійних моделей це значення дорівнює 1,2%, для експертних систем – 2,02%, мереж штучного інтелекту – 2,14%, систем нечіткої логіки – 2,37%, комбінація нечіткої логіки з регресійним підходом дозволяє зменшити це значення до 1,45%.

Факт зниження відносної помилки системи прогнозування, що заснована на нечіткій логіці за рахунок її поєднання з регресійними методами свідчить про те, що системи нечіткої логіки потребують оптимізації шляхом використання різних алгоритмів оптимізації, найбільш перспективним серед яких є генетичний алгоритм.

## ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Розпізнавання об'єктів, як прикладна задача, знаходить широке використання у багатьох сферах діяльності людини: технічна діагностика; медична діагностика; біометрія; системи; обробка текстів; біоінформатика; прогнозування; робототехніка.

Одним з сучасних прогресивних методів вирішення задачі розпізнавання об'єктів є застосування нейронних мереж (НМ). Слід зазначити, що теорія та практика навчання нейронних мереж в наші дні бурхливо розвивається. НМ третього покоління позбулися ряду проблем, що стримували поширення та застосування традиційних нейронних мереж. Мережі, навчені за допомогою алгоритмів глибокого навчання, перевершили за точністю кращі альтернативні підходи, особливо при розпізнаванні зображень та аналізі текстової інформації [1].

НМ являють собою математичну модель функціонування біологічних нейронних мереж, а саме мереж нервових клітин живого організму. Як і в біологічній нейронній мережі, основним елементом штучної нейронної мережі є нейрон. Сполучені між собою нейрони, утворюють шари, кількість яких може варіюватися в залежності від складності нейронної мережі і вирішуваних нею завдань.

Перевагою НМ перед традиційними алгоритмами є можливість їх навчання, тобто отримувана модель намагається представити зображення об'єкту у вигляді комбінації простих примітивів. Додаткові шари дозволяють будувати абстракції все більш високих рівнів, що дає можливість створювати моделі для розпізнавання складних об'єктів реального світу. Найчастіше НМ будуються як мережі прямого поширення. Для вирішення завдань на основі нейронної мережі потрібно: вибрати відповідну модель мережі; визначити топологію мережі (число елементів та їх зв'язки); вказати параметри навчання.

Для розпізнавання зображень добре підходять згорткові нейронні мережі (ЗНМ) [2]. Їх реалізація базується на спеціальній архітектурі, інспірованої даними, які отримані у фізіологічних експериментах із зоровою корою. ЗНМ побудовані на використанні одного із різновидів багат шарових перцептронів, який розроблений таким чином, щоб мінімізувати обсяг попередньої обробки вхідної інформації. Навчання ЗНМ відноситься до типу задач навчання «з учителем». У цій схемі система навчається розпізнавати образи за допомогою різного роду адаптивних схем. Топологія ЗНМ, запропонована Яном ЛеКуном [3] полягає в чергуванні згорткових шарів, субдискретизуючих шарів і наявності повнозв'язних шарів на виході. Така архітектура містить три основних парадигми: локальне сприйняття, розподілені ваги і субдискретизацію. Концепція розподілених ваг припускає, що для великої кількості зв'язків використовується дуже невеликий набір ваг. Суть субдискретизації полягає в зменшенні просторової розмірності зображення. Чергування шарів дозволяє складати карти ознак з карт ознак, що на практиці означає здатність розпізнавання складних ієрархій ознак.

Щодо основних гіперпараметрів ЗНМ, а саме швидкості навчання і кількості нейронів у шарі мережі, то ці параметри підбираються дослідником емпіричним шляхом, або використовуються значення вже широко відомих, добре протестованих мереж з аналогічною архітектурою. Швидкість навчання не є постійною величиною, а лінійно зменшується зі збільшенням числа ітерацій. Вона визначає швидкість зменшення величини корекції ваг. Визначення кількості нейронів у шарі дуже важливий етап в застосуванні НМ. В даний час немає ніяких жорстких правил для вибору кількості прихованих шарів або кількості нейронів в них. Оптимальні параметри визначаються експериментально при навчанні НМ.

### Список літератури

1. С. D. Manning «Computational Linguistics and Deep Learning» «Computational Linguistics», vol. 41, 2015
2. Розпізнавання зображень за допомогою згорткових нейронних мереж з використанням бібліотеки Keras/ Білашенко С. В., Рибальченко О. Г. Шаповалова Н. Н.// Гірничий вісник / Науково-технічний збірник. Випуск 103. – Кривий Ріг. – 2018.
3. Y. LeCun, Y. Bengio «Convolutional Networks for Images, Speech, and Time-Series», Brain Theory Neural Networks, vol. 3361,1995.

## АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ФІЛЬТРАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Процес виокремлення певних компонентів зображення з їх підсиленням, ослабленням чи видаленням називають фільтрацією, яка проводиться з метою покращення зображень та їх відновлення. До покращення зображення відносять задачі видалення шуму, підсилення границь перепадів яскравості, зміни контрасту. При рішенні задач відновлення зображень необхідно усунути викривлення, у тому числі просторовий шум, геометричні деформації, неоднорідність фону, втрату контрасту, «розмиття». В залежності від дефектів зображення, використовують певні фільтри.

Фільтрація може бути лінійною та нелінійною. Лінійні просторово-інваріантні фільтри зазвичай використовують із метою видалення адитивного просторового шуму із зображення. Лінійну фільтрацію можна застосувати для підсилення границь перепадів яскравості на зображенні, серед яких фільтри для згладжування, підвищення контрасту, різниці, двовимірної циклічної згортки. Серед нелінійних фільтрів можна виокремити найбільш часто використовувані: медіанні, гомоморфні, морфологічні та усереднювальні фільтри. Нелінійна фільтрація може застосовуватися одразу до всього зображення (глобально), або до його частини (локально).

У роботі було розглянуто три фільтри: зворотний, фільтр Вінера та метод сліпої деконволюції. У випадку, якщо можливо створити модель функції розмиття, яка пошкодила зображення, найшвидшим способом відновлення буде зворотна фільтрація [1]. Зворотна фільтрація реагує на будь-який шум, присутній у зображенні, оскільки шум, як правило, є високою частотою. Існує два способи зворотного фільтрування – метод порогового рівня та ітераційний метод. Перший доцільно використовувати у випадках зображення без шуму, а другий – при наявності шуму. Для використання методу необхідно обрати крок ітерацій. У випадку з маленьким кроком, матимемо більшу точність відновлення, але яка досягається за значну кількість часу. Доречним буде спочатку задати великий крок і поступово його зменшувати, в наслідок чого зображення стане більш різке. За умов використання цього методу на контрольному зображенні середньоквадратичне відхилення ( $MSE=326,26$ ) високе та спостерігається шум.

Метод вінерської фільтрації [2] менш схильний до впливу перешкод і сингулярностей, тому що при його застосуванні використовується інформація про спектральні щільності потужності та шуму [3]. Відновлене контрольне зображення покращується візуально,  $MSE$  становить 735,46.

При застосуванні методу сліпої деконволюції відбувається відновлення зображення без апріорної інформації про функцію розмиття точки (ФРТ) оптичної системи, яка вносить в реєстрований корисний сигнал шум. Вид ФРТ та її параметри визначаються експериментально або з урахуванням апріорних відомостей в залежності від дефектів вихідного зображення. Спочатку обчислюється ФРТ, потім за отриманою інформацією поліпшується оцінка зображення, потім проводиться регуляризація рішення, та за отриманими даними коригується ФРТ, на її основі обчислюється нова оцінка функції і вона знову стабілізується. Помилки у виборі ФРТ суттєво впливають на якість відновлення зображення в умовах розфокусування та змазування.

В результаті аналізу зворотного фільтру, фільтру Вінера та методу сліпої деконволюції, було виявлено, що зазначені методи доцільно використовувати при обробці цифрових зображень з дефектами. Експеримент, проведений на контрольних зображеннях, показав прийнятну якість результуючих зображень, отриману за розумний час обробки.

### Список літератури

1. **M. Rothenberg**, A new inverse-filtering technique for deriving the glottal air flow waveform during voicing, J. Acoust. Soc. Amer., Vol. 53, #6, 1632 - 1645
2. **Rafael Gonzalez**, Richard Woods, and Steven Eddins. Digital Image Processing Using Matlab. Prentice Hall, 2003.
3. **T. E. Bishop** et al. Blind Image Deconvolution: Problem Formulation and Existing Approaches // Blind Image Deconvolution: Theory and Applications / P. Campi, K. Egiazaria. – Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2007. – ISBN 978-1-4200-0729-9.

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЗА РІВНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Постійний розвиток усіх галузей промисловості, енергетики, сільського і комунального господарств потребує значного водоспоживання, як результат – збільшення кількості стічних вод. Потрапляючи в поверхневі й підземні джерела вод, стічні води забруднюють їх шкідливими домішками, небезпечними для життя людини. Сучасний стан водних ресурсів України знаходиться у критичному положенні. Офіційна статистика вказує, що кожного року у водойми України скидають більше 300 млн кубометрів неочищених стоків, майже у кожній з водойм зафіксовано перевищення допустимих норм забруднення [1].

Існує проблема контролю якості стічних вод. Традиційним є напрямком, пов'язаний з розробкою автоматизованих інструментальних систем аналізу, які в реальному часі дозволяють визначати вміст домішок. Для контролю джерел скидання стічних вод на рельєф і в водойми, в тому числі на віддалених виробничих об'єктах, передбачено використання мобільних аналітичних лабораторій. Спостереження і контроль за рівнем забруднення поверхневих вод здійснюється на основі фізичних та хімічних показників. Устаткування мобільних станцій дозволяє забезпечити експрес-аналіз основних фізико-хімічних параметрів зразків води, а також доставку показників проб для детального аналізу. Використання апаратно-вимірювальних комплексів обумовлено їх швидкістю обробки даних та наданням за короткий час результатів аналізів стічних вод. Комплекси дозволяють контролювати рівні мутності та кислотності стічних вод, за результатами котрих перевіряється ефективність роботи очисних споруд. Місця використання включають в себе свердловини, колодязі, системи водо-підготовки, системи гідропоніки, басейни та акваріуми.

Моделювання рівню забрудненості стічних вод пропонується виконувати на основі методів машинного навчання. Поставлена задача відноситься до задач навчання за прецедентами. 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 [2].

Модель даних забрудненості води реалізується методами регресійного аналізу, в яких безліч допустимих відповідей визначено. Відповіддю є дійсне число або числовий вектор. Розглянемо задачу навчання за прецедентами – задачу лінійної регресії

$$a(x) = \sum_{j=1}^{d+1} w_j x^j = \langle w, x \rangle, \quad (1)$$

де  $w_0$  – вільний коефіцієнт,  $x$  – ознаки,  $w_j$  – вага  $x^j$ -ї ознаки,  $d$  – кількість ознак у вибірці, позначення  $\langle w, x \rangle$  використовується для скалярного добутку двох векторів.

Якість алгоритму оцінюється тим, наскільки точно отримана модель описує залежності даних у вибірці, тобто чим менша помилка (відхилення) на кожному об'єкті, тим вище якість алгоритму.

Програмний модуль дозволяє моделювати рівень забрудненості стічних вод за обраний період часу і візуалізувати дані на основі методів штучного інтелекту.

Побудована модель кислотності стічних вод у вибраній проміжок часу має вигляд  $Y = 0,084x^2 - 9,4x + 0,02$ . Якість прогнозу складає 96,45%.

### Список літератури

1. Вирішення проблеми забруднення водойм за рахунок інтенсифікації очищення стоків підприємств [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.rusnauka.com/8\\_NMIW\\_2008/Ecologia/28230.doc.htm](http://www.rusnauka.com/8_NMIW_2008/Ecologia/28230.doc.htm).
2. Шаповалова Н. Н., Рибальченко О. Г., Куропятник Д. І.: Порівняльний аналіз методів оптимізації функціоналу якості моделей машинного навчання // Вісник Криворізького національного університету / Збірник наукових праць. Випуск 46. – Кривий Ріг. – 2018. – С. 104 – 112.

А.М. МАЦУЙ, канд. тех. наук, доцент, В.О. КОНДРАТЕЦЬ, д-р тех. наук, професор,  
А.А. АБАШИНА, студентка, Центральноукраїнський національний технічний університет

## **РЕАЛІЗАЦІЯ СТРУКТУРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ В МЕХАНІЧНОМУ ОДНОСПІРАЛЬНОМУ КЛАСИФІКАТОРІ**

Механічний односпіральный класифікатор ІКСН-30 отримав широке розповсюдження в замкнених циклах подрібнення вихідної руди в перших стадіях збагачувальних фабрик, однак він не забезпечує достатньої ефективності розділення готового та недоподрібненого продуктів, що приводить до вагомих енергетичних і матеріальних втрат.

Метою даної роботи є реалізація структурних зв'язків технологічних параметрів в механічному односпіральному класифікаторі для удосконалення його роботи.

Вихідна пульпа з розвантаження кульового млина поступає в механічний односпіральный класифікатор жолобом у точці, близькій до зливного розвантажувального кінця. Найбільш дрібні частки за час руху пульпи від завантажувального до зливного жолоба не встигають осісти і з рідкою фазою потрапляють у злив. Порівняно крупні частки твердого (піски) осідають і спіраллю транспортуються у верхню частину класифікатора до розвантажувального люка. У ванні механічного односпірального класифікатора проходять складні процеси, в наслідок чого не вдається впливати на них так, щоб отримати якісний готовий продукт у зливі і пісках.

В основному керуючим впливом виступає подача додаткової води у ванну класифікатора. На наш погляд, розкриття структури зв'язків між параметрами в механічному односпіральному класифікаторі допоможе наблизити операторів до більш раціонального керування технологічним процесом розділення, а згодом здійснити його в автоматичному режимі.

В результаті дослідження структурних зв'язків технологічних параметрів в механічному односпіральному класифікаторі виявлено, що факторами впливу на розділення вхідного продукту є властивість самої руди (тип руди або суміші, густина, твердість матеріалу) та її розмірні характеристики (крупність, крупність зливу, вміст тонкодисперсних фракцій), продуктивність живлення. На готовий продукт в основному впливають крупність зливу, вміст тонкодисперсних фракцій у вихідному продукті, густина твердого, тип руди або суміші руд. Піски формуються під дією продуктивності живлення, крупності вхідного продукту, твердості руди, вмісту твердого у зливі класифікатора.

Встановлено, що у структурі зв'язків між параметрами пульпи в процесі класифікації одне з центральних місць займає в'язкість пульпи, яка впливає на швидкість осідання часток твердого максимальної крупності, що направляються у злив. В'язкість пульпи визначається вмістом глиняних компонентів, густиною пульпи, крупністю твердого та температурою. На неї також впливають змучувальна дія механізму односпірального класифікатора та продуктивність живлення.

Виявлені структурні зв'язки між параметрами пульпи в продуктах класифікації і фактори впливу на даний процес дозволяють намітити шляхи удосконалення теорії і практики розділення вхідного продукту на злив і піски в механічних односпіральных класифікаторах. Насамперед необхідно переглянути основні теоретичні передумови теорії механічних односпіральных класифікаторів. Необхідно більше уваги приділяти динамічній рівновазі між перемішуванням і гравітаційним випадінням часток твердого. Вважаючи, що перемішування є суттєвим фактором, що викликає зменшення згідно експериментальним даним крупності зливу при зменшенні густини, в теорію для отримання якісних і кількісних характеристик процесу класифікації необхідно ввести даний розділ. Враховуючи, що в практиці збагачення руд здійснюється вибір інтенсивності перемішування і висоти зливного порога, при налагодженні роботи механічного односпірального класифікатора необхідно передбачити можливість певних змін в конструкції технологічного агрегату.

Варто звернути увагу і на зміну принципів керування механічним односпіральним класифікатором з тим, щоб підвищити якість функціонування технологічного агрегату, який працює за складних умов зміни гідравлічних характеристик і з великими запізненнями та сталими часу. В основу керування слід покласти в'язкість пульпи.

Поетапне розв'язання перелічених задач дозволить удосконалити механічний односпіральный класифікатор і засоби керування його роботою, що зменшить витрати електроенергії і корисного компоненту в процесах рудопідготовки в першій стадії подрібнення-класифікації.

Н.Х. САЙГАРЕЄВ, канд. тех. наук, доцент, Н.Н. ШАПОВАЛОВА, ст. викладач,  
С.В. БІЛІШЕНКО, асистент, Криворізький національний університет

## ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ DDOS-АТАК

У час інформаційних технологій безліч компаній зберігають, обчислюють, аналізують чи поширюють інформацію в мережі Інтернет, що зменшує обсяг додаткових витрат. Однак з появою нових можливостей, виникають і нові загрози. В одну мить безвідмовно працююча система може бути піддана хакерській атаці. Дослівно з англійської термін DDoS (Distributed Denial of Service) перекладається як «відмова в обслуговуванні», тобто метою такої атаки є створення умов, при яких рядовим користувачам буде утруднений або повністю обмежений доступ до системи. В результаті атаки такого типу мережевий ресурс, який атакується, отримує лавиноподібну кількість запитів, які не встигає обробити. Компанія, що була піддана DDoS-атаці може зазнати величезних збитків [1]. У зв'язку з цим постає проблема виявлення DDoS-атак, тобто аналіз становища та виявлення аномальної активності мережевого трафіку.

За своєю суттю аналіз аномалій дозволяє виявляти суттєві відхилення трафіку мережевих пристроїв від «нормального» профілю трафіку для даного пристрою або групи пристроїв. Шаблон «нормального» трафіку мережі складається протягом часу на основі статистичних даних. Прикладами аномалій, є раптове збільшення інтенсивності трафіку від робочої станції або зміна структури трафіку в порівнянні зі звичайними щоденними показниками для даної мережі або пристрою.

При виявленні мережевої аномалії, з метою прийняття рішення про подальші дії, необхідно ретельно вивчити її природу, потенційну небезпеку та можливі наслідки, тобто вирішити задачу класифікації, використовуючи нейронні мережі. Задача класифікації полягає в визначенні приналежності об'єкта з певною ознакою до одного з відомих класів. В нашому випадку ознаками виступають дані телеметрії (кількість з'єднань, обсяг трафіку, вільна пам'ять, завантаження ЦПУ, інші вичерпні ресурси), а класами – тип аномалії. Пропонується використовувати нейронну мережу для класифікації трафіку та прийняття рішення для блокування ір-адреси.

Спочатку необхідно підготувати дані та утворити вибірку, яка використовується для навчання нейронної мережі. Дані надходять з log-файлу, який містить системну інформацію про роботу сервера і інформацію про дії користувачів. З log-файлу виділимо важливі ознаки: ір (адреса, звідки надійшов запит); тип запиту (HEAD / GET / POST /); Url (адреса ресурсу); HTTP version (версія протоколу передачі даних); Referer (попередня веб-сторінка); User-Agent (браузер, пошуковий робот, мобільний телефон та інші пристрої); статус відповіді від серверу (200, 404, 502, 503 тощо).

Спроекуємо нейронну мережу з одного прихованого шару, який складається з 14 нейронів. Активаційна функція нейронів прихованого шару – сигмоїдна. Вхідний шар складається за кількістю ознак з семи нейронів. Вихідний шар активується функцією softmax і повертає ймовірності належності ір-адреси до того чи іншого класу. Адреси, які потрапили до кластеру «поганих» відсилаються в фаєрвол [2].

Вибірку даних, яка складається з біль ніж 3000 об'єктів було поділено на дві частини у пропорції 70:30 для уникнення перенавчання. Для навчання нейронної мережі був використаний метод зворотного поширення помилки, навчання виконувалось впродовж 1000 епох. Якість визначення класу відіграє вирішальну роль у блокуванні шкідливого трафіку та пропускання легітимних адрес, і складає 87%.

Робота розробленого програмного модуля була апробована в лабораторних умовах з використанням даних, що відповідають реальним DDOS-атакам.

### Список літератури

1. Шелухин О.И., Сакалема Д.Ж., Филинова А.С. Обнаружение вторжений и компьютерные сети., / О.И. Шелухин - М.: Горячая линия- Телеком, 2013. - 220 с.
2. Тарасов Я. В. Метод обнаружения низкоинтенсивных DDoS-атак на основе гибридной нейронной сети [Електронний ресурс] / Я. В. Тарасов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-obnaruzheniya-nizkointensivnyh-ddos-atak-na-osnove-gibridnoy-neyronnoy-seti>.

М.О. АЛЕКСЄЄВ, д-р тех. наук, професор, НТУ «Дніпровська політехніка»  
В.С. ВЛАСОВ, аспірант, НТУ «Дніпровська політехніка»

### **СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ГІДРО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ПІДРОБЦІ ПОВЕРХНІ ГІРНИЧИМИ ВИРОБКАМИ**

У зв'язку зі скороченням кількості шахт в Україні починаючи з 2014 р. з 112 до 33, ВО «Павлоградвугілля» було змушене збільшити видобуток вугілля на 10% до 20 млн тонн на рік. За рахунок цього термін відпрацювання шахтних полів буде скорочений і перед гірничими підприємствами постане питання про їх закриття. Вже закриті ш. Першотравнева і в найближчі роки така ж доля очікує шахти Тернівська та ім. Сташкова.

У свою чергу, проведення підземних гірничих робіт, а потім закриття шахт призведе до значних негативних екологічних наслідків, таких як:

- інтенсивний розвиток процесів техногенних змін навколишнього середовища, серед яких самими шкідливими є осідання земної поверхні;
- стійке зростання площі ділянок з активним розвитком процесів підтоплення житлових і про-мислових об'єктів, сільгоспугідь і т.д.;
- активізація процесів забруднення поверхневих і підземних вод.

Одним з основних методів прогнозування можливих екологічних наслідків при ліквідації шахт є моделювання зміни рельєфу земної поверхні, що підробляється, за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). Ці системи забезпечують можливість виявити велику кількість необхідних характеристик і властивостей досліджуваного об'єкта, але не дозволяють сформулювати комплекс управлінських рішень для мінімізації гідро-еколого-економічних ризиків. Тому метою даної роботи є розробка методики прийняття рішень для мінімізації цих ризиків при ліквідації вугільних шахт.

Для цього було зроблено аналіз ГІС систем (GRASS, gvGIS, QGis, ArcGis і САМАРА), що дозволяють будувати моделі досліджуваного об'єкта. За результатами аналізу було вибрано програмний продукт САМАРА, що володіє такими якостями, як відносна простота побудови моделі при високій її якості, наявність довідкової інформації та допоміжних програмних модулів для проведення аналізу модельованого рельєфу поверхні, підробленого гірничими роботами.

Наступним етапом розробки методики став аналіз вихідних даних (розташування геолого-розвідувальних свердловин, розміри і форма виїмкових ділянок і ціликів, потужність вугільного пласта і глибина їх відпрацювання), представлених на планах гірничих робіт по кожному пласту, що відпрацьовується.

За результатами виконаного аналізу створена база даних, за допомогою якої була побудована тривимірна модель ш. Тернівська з дзеркалом води затоплених ділянок підробленої поверхні.

Для обґрунтування необхідної похибки обчислень при моделюванні були виконані дослідження впливу на їх величину розмірів і конфігурації виїмкових полів. Результати моделювання дали можливість розробити методику прийняття рішень, що дозволяє мінімізувати гідро-еколого-економічні ризики при закритті вугільних шахт за рахунок застосування найбільш раціонального і економічно доцільного методу рекультивациі земної поверхні.

Методика прийняття рішень містить у собі такі варіанти рекультивациі, як: універсальна (створення літоземів під сінокоси), меліоративна (створення плодкових насаджень та високородючих техноземів), санітарно-гігієнічна, рекреаційна, лісогосподарська.

Прийняття рішень при виборі методу рекультивациі дозволяє створити оптимальний і обґрунтований економічний план по відновленню земель, а також зменшити витрати на проведення робіт.

Розроблені методики прийняття рішень реалізовані за допомогою розробленого програмного забезпечення з автоматизації процесів аналізу гідро-еколого-економічних ризиків, яке розробляється, та подальшого планування рекультивациійних робіт на підробленій поверхні.

#### *Список літератури*

1. Програма розвитку вугільної промисловості України на період до 2030 року. — Офіц. Вид. — К.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2012. — 30 с. — (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Програма).
2. ГСТУ 101.00159226.001-2003 Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. — К.: УкрНДМІ, 2004. — 127 с.



К.С. БЛАШЕНКО, студент, О.Г. РИБАЛЬЧЕНКО, ст. викладач,  
С.В. БЛАШЕНКО, асистент, Криворізький національний університет

## **ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНОВАЦІЯ В БУДІВЕЛЬНОМУ ПРОЕКТУВАННІ**

На теперішній час актуальною потребою стає оволодіння комп'ютерними технологіями з метою реалізації сучасних вимог, скорочення термінів і вартості проектування, оптимізації проектних рішень [1]. Новий підхід в архітектурно-будівельному проектуванні полягає в розгляданні будівлі і об'єктів її життєзабезпечення у вигляді єдиної системи на основі накопичення і комплексної обробки в процесі проектування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, економічної та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками [2]. Згідно нової концепції впродовж всього життєвого циклу проекту забезпечення необхідною інформаційною підтримкою виконується із застосуванням спеціальних ВІМ-технологій (Building Information Modeling або Building Information Model).

ВІМ-технології базуються на розробці тривимірних моделей будівель та споруд у вигляді інформаційних баз даних, де кожному елементу моделі надані додаткові атрибути, які вказують на взаємозв'язки між компонентами системи. Тому зміна одного з параметрів моделі спричиняє автоматичну зміну решти пов'язаних з ним параметрів і об'єктів, аж до креслень, візуалізацій, специфікацій і календарного графіка виконання будівельно-монтажних робіт [3].

На сьогодні провідними розробниками програмного забезпечення для промислового і цивільного будівництва, які підтримують ідеї ВІМ-технологій при створенні програмних продуктів та комплексів, є Autodesk, Nemetshek та Graphisoft.

Autodesk Ecotect Analysis - це програмний комплекс для аналізу екологічності, що містить широкий спектр інструментів енергетичного моделювання і розрахунків, застосування яких поліпшує експлуатаційні характеристики будівель, що проектуються, та наявних будівель.

Nemetschek Allplan - програмний пакет, який об'єднує в собі наступні розділи будівельного проектування: архітектура, дизайн, оцінка вартості та кошторису, будівельні обсяги, інженерні системи будівель, генплан, металоконструкції, залізобетонні конструкції. В ньому реалізований зв'язок з кошторисними системами і системами розрахунку конструкцій SCAD і ЛІРА.

Застосунок Digital Project дає змогу на всіх стадіях проектування і зведення будівлі вирішувати не тільки архітектурні завдання, а й питання оснащення спеціальним обладнанням, організації поставок і будівельних робіт та багато іншого.

Програмний комплекс САПФІР, що побудований на базі потужного тривимірного параметричного ядра, є зручним інструментом для архітектора. Він дозволяє ефективно вирішувати завдання проектування практично на всіх стадіях - починаючи від ескізів і проектної пропозиції і закінчуючи підготовкою робочої документації для об'єктів будівництва.

ВІМ має дві головні переваги над системами автоматизації проектних робіт. По-перше, моделі і об'єкти управління ВІМ - це інформація, що дозволяє автоматично створювати: креслення і звіти, аналіз проекту, модель динамічного графіка виконання робіт, режим експлуатації об'єктів. По-друге, ВІМ підтримує розподілені групи, тому такий підхід дає можливість ефективно і спільно використовувати інформацію впродовж всього життєвого циклу будівлі, що виключає повторне введення і втрату даних, помилки та суб'єктивізм при їх передачі і перетворенні.

Суттєвим досягненням ВІМ є можливість розробити проект, який буде повністю відповідати експлуатаційним характеристикам нової будівлі за вимогами замовника.

### *Список літератури*

1. Казаков А. В. Методи автоматизации строительного проектирования / А. В. Казаков // Технологии строительства. - 2003. - № 5. - С. 126-128.
2. ВІМ: Информационное моделирование – цифровой век строительной отрасли / М. Король / Сборник статей "Ваше окно в мир"- 2014 - №10 (123) – с.190-197.
3. Андрухов В. М. ВІМ-технології проектування. Особливості впровадження та розвитку в Україні / В. М. Андрухов, В. В. Матвійчук, А. О. Колесник; під ред. М. М. Осетрина // Містобудування та територіальна діяльність : [наук.-техн. збірник]. – Вип. 40, Ч. 1. – К. : КНУБА, 2011. – С. 58 – 66.

Є.О. НЕСМАШНИЙ, д-р тех. наук, професор, Г.І. ТКАЧЕНКО, к.т.н., доцент,  
К.В. ГЕРАСИМОВА, к.т.н., доцент, Криворізький національний університет

## **ВИКОРИСТАННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Для студентів технічних спеціальностей комп'ютер як прилад для повноцінної імітації реального фізичного процесу є необхідною складовою в навчанні. Але не всі студенти, а фізика вивчається на першому курсі, в достатній мірі володіють мовами програмування. Тому використання комп'ютерів на заняттях має дуже багато обмежень. З одного боку це пов'язано з недостатньою розробкою програмних засобів та навчальних комп'ютерних програм. З іншого – недостатнім володінням студентами комп'ютерними та інформаційними технологіями. Зроблений аналіз навчальних комп'ютерних програм, стандартних пакетів прикладних програм і проведений педагогічний експеримент висвітлив психологічні і технічні проблеми пов'язані з інформатизацією освіти.

Актуальною є проблема створення на заняттях такого освітнього середовища, в якому органічно поєднуються традиційні і комп'ютерні методи навчання. В умовах малого аудиторного навантаження масовому впровадженню електронних технологій в саму організацію навчального процесу, на наш погляд, заважають наступні фактори:

- залежність від технічних засобів. Не всі учбові заклади мають достатню кількість аудиторій з потрібним оснащенням.

- низький рівень комп'ютерної грамотності. Це відноситься як до студентів так і до викладачів.

- низька вмотивованість до самостійного навчання та опрацювання матеріалу.

Але з метою підвищення пізнавальної активності та розвитку наукового мислення, студентів, які вивчають інформаційні технології та оволодівають технічними спеціальностями, доцільно долучати до досліджень фізичних процесів за допомогою чисельних методів моделювання. В умовах швидкого розвитку інформаційних технологій необхідно активізувати використання студентами сучасних інформаційних знань при вивченні фундаментальних дисциплін, що буде позитивно сприяти досягненню більш високого рівня компетентності.

У фізиці історично моделювання є одним із важливіших методів дослідження. Поряд з традиційним розділенням фізики на експериментальну і теоретичну сьогодні чітко і впевнено можна виділити третій фундаментальний розділ – обчислювальну фізику і комп'ютерне моделювання. Так тільки за допомогою комп'ютерного моделювання фізики змогли змоделювати бозон Хікса, відкрити гравітаційні хвилі. Студентів на лекціях і практичних заняттях завжди більш цікавить рішення задач, які виникають в практичній діяльності людини або при дослідженні природних явищ. Не всі природні явища можна відтворити експериментально, на фізичних моделях. Надійним шляхом для таких досліджень сьогодні вважається імітаційне моделювання. Після постановки завдання на фізичному рівні відбувається процес ідеалізації і схематизації явища. Реальні процеси і явища часто характеризуються обмеженою кількістю спостережень, похибками вимірювань, і завжди лише наближеним характером наших фізичних уявлень про процеси, які відбуваються у тій чи іншій ситуації. Як наслідок, виникає необхідність описувати і досліджувати реальну ситуацію за допомогою моделі. Для реалізації імітаційного моделювання студентам зручно користуватись універсальними мовами програмування DELPHI, PASCAL, C ++, JAVA; прикладними пакетами MATHCAD, EXCEL; мовами моделювання GPSS, SIMOLA Pilgrim, AnyLogic, Arena.

Отже, актуально і доцільно експериментально виявляти умови та проблеми впровадження нових інформаційних технологій при вивченні фізики для студентів першого курсу.

### *Список літератури*

1. Завсегдашній В. О., Максимов О.В., Ткаченко Г.І. Імітаційне моделювання: Навч. посібник. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2004 – 166 с.
2. Х.Гулл, Я.Тобочник. Компьютерное моделирование в физике. Изд «Мир»
3. <http://www.lib.convdocs.org/docs/index-80297/html>
4. Четет В. В. Генезис методов обучения и педагогических технологий / В. В. Четет // Народная osveta. – 2004. – № 8. – С. 11–16.

М.П. ТИХАНСКИЙ, Л.І. ЄФІМЕНКО, канд. тех. наук, доценти,  
Криворізький національний університет

### МОДЕЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПРИВОДА КОНВЕЄРА

Головним завданням у гірничодобувної промисловості є забезпечення необхідної ефективності транспортних систем. При модернізації виробництва або збільшенні транспортних втрат, зумовлених зносом транспортних систем потрібно підвищення продуктивності існуючих конвеєрних транспортуючих систем, що являє собою досить складну і багатофакторну задачу. Рішення даного завдання може базуватися на компромісному варіанті між продуктивністю і енергетичною ефективністю або шляхом розробки систем технічної діагностики обладнання при врахуванні цих параметрів, а саме конвеєрних електроприводів.

Електродвигун являє собою складну електромеханічну систему, що складається з безлічі елементів, що взаємодіють один з одним. Зміна стану одних елементів може викликати зміну технічного стану інших. Для визначення діагностичних ознак, що характеризують технічний стан окремих елементів електродвигуна, необхідно визначити вид діагностики для конкретної ознаки, а це неможливо без встановлення взаємозв'язку між окремими елементами електродвигуна, його структурними параметрами і видом дефекту.

Діагностування приводу, як найбільш складної електромеханічної системи конвеєра, пропонується здійснювати за окремими його елементами, де ресурс окремого елемента практично визначає ресурс всього вузла, так як за розрахунковою схемою надійності вони включені послідовно. Для цього необхідно розробити уточнену граф - модель досліджуваного об'єкта.

Розробка моделей діагностики конвеєра і дослідження ряду авторів, пов'язані з виявленням інформативних параметрів приводу конвеєра показали, що привод, необхідно розглядати таким, що складається з наступних елементів: приводний електродвигун, проміжний вал з підшипниковими опорами, з'єднувальні муфти, редуктор, приводний барабан. Відмова кожного з перерахованих вище елементів призводить до відмови всього приводу.

Електродвигун, як об'єкт діагностики, можна представити графом причинно-наслідкових зв'язків між параметрами технічного стану. Складання графа причинно-наслідкових зв'язків приводного двигуна є першим етапом побудови діагностичної моделі. Це дозволяє в загальному вигляді встановити наявність і вид взаємозв'язків між функціональними і структурними параметрами, а також їх зовнішніми ознаками і, також, між станами та діагностичними сигналами. Безліч станів при цьому визначається дефектами і несправностями вузлів електродвигуна.

Розроблена структурно-досліджувана граф-модель асинхронного електродвигуна з фазним ротором складена на основі аналізу пристрою приводного електродвигуна, його функціонування, статистичного аналізу показників надійності і діагностичних параметрів.

Граф-модель складається з п'яти рівнів. На першому рівні представлені основні вузли і деталі двигуна, що є найбільш уразливими і піддаються діагностиці; на другому - основні структурні параметри, що визначають надійність; на третьому - характерні несправності і дефекти (граничні значення структурних параметрів) вузлів двигуна; на четвертому - характерні зміни діагностичних сигналів; на п'ятому - діагностичні ознаки і методи діагностування.

Розроблена граф модель дає наочне уявлення про найбільш уразливих і найбільш відповідальних елементах і зв'язку структурних і діагностичних параметрів і являє собою поліпшений і істотно доповнений варіант вирішення поставленого завдання. Вона дозволяє виходячи з застосовуваного методу діагностування, виявити відповідні діагностичні ознаки, їх зміни, характерні несправності і далі сам вузол або деталь контрольованого двигуна.

#### *Література*

1. Лобов В.Й. Автоматизовані системи керування конвеєрними установками / В.Й. Лобов, Л.І. Єфіменко, М.П.Тиханський, С.А. Рубан // Монографія Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». - Кривий Ріг. – 2015. – 450с.

Л.І. ЄФІМЕНКО, В.Й. ЛОБОВ, канд. тех. наук, доценти,  
А.М. ТИХАНСЬКА, асистент, Криворізький національний університет

## ОПТИМІЗАЦІЯ ВАНТАЖОПОТОКУ КОНВЕЄРНОЇ ЛІНІЇ

Керування вантажопотоком конвеєрної лінії є актуальною задачею в умовах гірничодобувної промисловості з випадковою складовою підвезення сировини, яка знизить вартість її транспортування, зменшить час простоїв установки та підвищить її надійність.

Метою роботи є створення комплексної системи автоматизації конвеєрної лінії з урахуванням випадкової складової підвезення гірничої маси до приймального бункера для її надійної та економічної роботи.

Забезпечення необхідної продуктивності транспортних систем є головним завданням у гірничодобувної промисловості. У ряді випадків (наприклад, при модернізації виробництва або збільшенні транспортних втрат, зумовлених зносом транспортних систем) потрібно підвищення продуктивності існуючих транспортують систем, що являє собою досить складну і багатофакторну задачу. Рішення даного завдання може базуватися на компромісному варіанті між продуктивністю і енергетичною ефективністю або шляхом оптимізації вантажопотоку при врахуванні цих параметрів. Особливою задачею оптимізації керування вантажопотоком конвеєрної лінії є її забезпечення при випадковому підвезенні залізородної сировини. Оптимізація знизить вартість її транспортування, зменшить час простоїв установки та підвищить її надійність.

Для вирішення цього завдання було проведено аналіз існуючих рішень та публікацій з питання оптимізації систем автоматизованого керування конвеєрними лініями, що використовуються в гірничодобувній промисловості. Проведено аналіз теоретичних й експериментальних робіт та рішень з автоматизації виробничих процесів вітчизняних та закордонних вчених [1]. Існуючі системи керування конвеєрними лініями не передбачають оптимізації та не розглядається ймовірнісна складову процесу підвезення гірничої маси до приймального бункера.

Виходячи з цього авторами запропонована автоматизована системи керування, яка має у своєму складі взаємодію основних підсистем об'єкту із підсистемою, що урахує випадкову складову підвезення гірничої маси до приймального бункера. При цьому конвеєрна лінія має: приймальний бункер, між конвеєрами перевантажувальні бункери, поверхневий склад і транспортний вузол. В автоматизованій системі оптимізація вантажопотоку конвеєрної лінії забезпечується між її продуктивністю і енергетичною ефективністю. При цьому вхідними сигналами автоматизованої системи є стан завантаження технологічного обладнання, його безперебійна робота. Вихідними сигналами в цій системі є управління перетворювачами, що приводять у дію технологічне обладнання.

Запропонована систем буде мати два рівня, а саме: САУ першого рівня передбачає керування швидкістю руху стрічки в залежності від вхідного змінного вантажопотоку гірничої маси з використанням частотного регулювання електроприводу; САУ другого рівня передбачає керування з інтегрованою підсистемою прогнозування підвозу сировини для транспортування.

Як показали результати моделювання застосування стрічкових конвеєрів, конвеєрні установки які об'єднують у конвеєрні лінії, дають можливість транспортувати сипкі вантажі на відстані, що не перевищують 100 км. Особливо важливим є те, що запропонована система автоматичного керування з оптимізацією вантажопотоку конвеєрної лінії може бути використана на гірничозбагачувальних підприємствах де працюють стрічкові конвеєри для транспортування гірничої маси з нижньої точки кар'єру на його поверхню для можливості подальшого її транспортування.

Оптимальне завантаження конвеєрної лінії та швидкість транспортування вантажу з урахуванням вірогідності перебоїв с постачанням гірничої маси до бункерів, забезпечить потрібну продуктивність конвеєрної лінії.

### Література

1. Лобов В.Й. Автоматизовані системи керування конвеєрними установками / В.Й. Лобов, Л.І. Єфіменко, М.П.Тиханський, С.А. Рубан // Монографія Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». - Кривий Ріг. – 2015. – 450с.

Л.І. ЄФІМЕНКО, М.П.ТИХАНСЬКИЙ, канд. тех. наук, доценти,  
А.М. ТИХАНСЬКА, асистент, Криворізький національний університет

## ОПТИМІЗАЦІЯ НАВАНТАЖЕННЯ КОНВЕЄРНОЇ ЛІНІЇ

Ефективність використання стрічкових конвеєрів пов'язана із зниженням навантаження конвеєрного ставу, який є основним елементом, що визначає загальну металоємність конвеєра. Металоємність знижується шляхом розрахунку навантаження на став автоматизованого конвеєра з врахуванням динаміки перехідних процесів і динамічних навантажень від дії крупних кусків вантажу, а також можливості зменшення навантажень на конструкції шляхом управління режимами транспортування, а саме швидкістю стрічки.

Загальним недоліком існуючих методів проектування конвеєрів є те, що при визначенні навантажень на конвеєрний став та роликоопори беруться статичні складові, не враховується динаміка перехідних процесів і динамічні навантаження від дії крупних шматків вантажу, не використовуються можливості зменшення навантажень на конструкції шляхом управління режимами транспортування.

З аналізу розглянутих робіт видно, що необхідно створювати та модернізувати математичні моделі взаємодії крупного шматка з насипним дрібнокусковим вантажем під впливом ударної сили з містом додавання ударного імпульсу, що змінюється в часі, функціонально залежним від швидкості руху конвеєрної стрічки. Режими роботи конвеєра і, гранулометричний склад матеріалу, що транспортується, надають основну руйнівну дію на його устаткування і, при накопиченні, викликають втомний знос конструкцій.

Регулюючи швидкість за вантажопотоком, наприклад, на 50% від номінальної, можна зменшити величину ударного навантаження від взаємодії вантажу та роликоопор, тобто зняти максимальну напругу циклу транспортування.

Іншим способом збільшення довговічності опорних конструкцій стрічкового конвеєра, особливо поблизу приводу, є регулювання пускового моменту (тягового зусилля) двигуна у фазі рушання.

Під час запуску навантаженого конвеєра привод розвиває момент, необхідний для подолання сил опору навантаженого конвеєра і інерції частин, що обертаються, а в разі необертальних роликів через стрічку передає на став зусилля (навантаження).

Це зусилля перевищує необхідне зусилля для рушання конвеєра і створює зайве навантаження на елементи конвеєрного ставу і стрічку. Виникає необхідність у виявленні необертальних роликів і управлінні пусковим зусиллям. Для чого регулюють наростання максимального моменту двигуна в початковий період пуску, при цьому на першому етапі двигун розвиває зусилля, достатнє для рушання стрічки від приводного барабана до і-ої роликоопори, потім зусилля наростає у міру просування хвилі рушання по стрічці. Час етапів наростання залежить від швидкості поширення хвилі рушання в стрічці. Крива запуску двигуна апроксимується стандартними функціями.

Зниження дії крупних шматків вантажу досягається засобами автоматичного управління дробильно-сортувальним комплексом, зокрема регулюванням швидкості транспортування, щільною дробарки, натягненням стрічки. При регулюванні щільності дробарки крупні шматки стають меншими і зменшується процентний вміст шматків, що перевищують 400 мм.

Використання автоматизованого регульованого приводу надало додаткові можливості для підвищення ефективності використання стрічкових конвеєрів шляхом зниження металоємності, оскільки гарантоване зниження динамічної дії приводу і крупних кусків вантажу на опорні конструкції дозволяє знизити їх металоємність.

### Література

1. Л.І. Єфіменко, М.П. Тиханський. [Моделювання навантаження на опорні конструкції важких стрічкових конвеєрів](#) // Вісник КНУ. Збірник наукових праць. Вип.34.- Кривий Ріг-2013.- .- С.34-37.
2. Лобов В.Й. Автоматизовані системи керування конвеєрними установками / В.Й. Лобов, Л.І. Єфіменко, М.П.Тиханський, С.А. Рубан // Монографія Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». - Кривий Ріг. – 2015. – 450с.

В.А. ЧУБАРОВ, канд. тех. наук, доцент, В.В. КОСТЕНКО, аспірант,  
Криворізький національний університет

## **ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ**

Більшість підприємств гірничо-металургійного комплексу використовують свою внутрішню комп'ютерну мережеву інфраструктуру для управління виробництвом, організації логістики та контролю параметрів технологічних процесів. Тому підвищення надійності та якості передачі даних є на сьогодні актуальною задачею.

При експлуатації волоконно-оптичних ліній зв'язку на підприємствах були виявлені наступні проблеми:

- видавлювання волокна з тубуса кабелю, в сплайс касету, яка знаходиться всередині з'єднувальної муфти або оптичної патч-панелі;
- технологічні проблеми оптичних медіаконверторів.

Також слід зазначити, що створення резервних шляхів для передачі даних є необхідною, але не достатньою умовою надійного функціонування телекомунікаційної інфраструктури цих підприємств. Такою ж необхідною, але не достатньою умовою для забезпечення надійності є візуальний контроль стану індикації на комутаторі основного і резервного шляху для передачі даних. В лінії можуть виникнути втрати пакетів і якщо це станеться з основною лінією, то буде помічено персоналом якій обслуговує, і будуть вжиті заходи щодо усунення. Зовсім інша ситуація створюється, якщо виникають втрати пакетів в резервній лінії. Так як лінія резервна, то і обмін даними через резервну лінію зведений до мінімуму. Передається лише технологічний трафік протоколів автоматичного резервування і в разі виникнення втрати пакетів, на мінімальний обсяг такої кількості трафіку втрата пакетів може ніяк не позначитися. В разі повної відмови основного каналу передачі даних через вихід з ладу активного обладнання, або через пошкодження волоконно-оптичної лінії зв'язку (ВОЛЗ), протоколами автоматичного резервування передача даних буде переведена на резервну лінію, а вона на цей момент вже існує з проблемами втрат пакетів. При цьому індикатор на комутаторі в разі втрати пакетів, буде активним, тим самим підтверджуючи працездатність даної лінії. У наслідок цього ми отримуємо обидві неробочі лінії і повна відмова в обслуговуванні комп'ютерної мережі в цілому.

Характерною рисою сьогоднішнього клімату є наявність більших температурних добових коливань: до 20 градусів Цельсія. При розташуванні оптичних волокон у підвісному кабелі, рівень добових коливань може досягати 40 градусів Цельсія за рахунок променистого сонячного нагрівання кабелю і муфт. В такому випадку основна причина видавлювання волокон з оболонки є сильна відмінність коефіцієнта температурного розширення пластикової оболонки оптичного модуля (ОМ) від параметрів оптичних волокон (ОВ). З великою впевненістю можна затверджувати, що при виготовленні кабелю модифікація полімеру для забезпечення морозовитривалості була проведена без додаткових заходів по стабілізації експлуатаційних властивостей полімеру.

В якості активного обладнання за допомогою якого проводиться приєднання ВОЛЗ до комутаторів, які на підприємствах застосовані для автоматизації виробництва використовуються медіаконвертори, і як показує практика, при їх використанні існує реальна проблема. У разі обриву ВОЛЗ або виходу з ладу активного обладнання у постачальника послуги зі сторони, яка приєднує медіаконвертор до комутатора мідним патчкордом, фізичний лінк на медіаконверторі залишається активний. При зникненні логіки (відсутність прийому і передачі даних) діагностика набуває складність в тому, що мак адрес в ARP таблиці комутатора в такому разі залишається поки лінк продовжує бути активним, та поки час зберігання MAC (Aging time) не закінчиться. Це викликає реальні складності при діагностиці з'ясування причин тому, що обидва факти за якими є можливість визначити де виникла проблема з передачею даних, залишаються недоступними. Таким чином, якщо оператор планує використовувати або використовує автоматичну систему моніторингу, є потреба в зміні схеми на таку, яка дозволить автоматично відстежувати стан лінії зв'язку.

Доповідь присвячено визначенню та можливому вирішенню практичних проблем експлуатації волоконно-оптичної лінії зв'язку для підвищення надійності передачі даних.

**АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ АВТОМАТИЧНОГО УКЛАДАННЯ  
ГРАФІВ НА ПЛОЩИНІ В РАМКАХ ЗАДАЧІ МОДИФІКАЦІЇ ГАММА-АЛГОРИТМУ**

Планарність графів – це один з ключових розділів теорії графів. Хоча граф є абстрактним математичним об'єктом, найчастіше саме візуалізація графа спрощує вивчення або розробку у певній сфері, наприклад, інфраструктури міста, менеджменту компанії або веб-сторінки сайту. Взагалі у вигляді графа можна зобразити будь-які структури, що мають зв'язки між елементами. Подібні структури через складність часто збільшуються до таких розмірів, що представлення їх на площині без перетину зв'язків стає непростим завданням.

Задача укладання графа на площині не має і не може мати універсального рішення через те, що набір критеріїв, які застосовуються для оцінки якості укладання, залежить від конкретної сфери застосування. Такими критеріями, наприклад, можуть бути мінімізація площини, що займає укладений граф, мінімізація кількості зламів, мінімізація загальної довжини ребер тощо. Розглянемо дві групи алгоритмів укладання графів, що принципово відрізняються підходом до рішення задачі: алгоритми з фізичним аналогом та аналітичні алгоритми.

Алгоритми з фізичним аналогом ставлять у відповідність графу деяку фізичну модель, наприклад, систему пружин, які намагаються стиснутися до деякої заданої довжини, або систему стрижнів і шарнірів, що має вершини - однойменні заряди. Для опису фізичної моделі вводиться поняття штрафної функції, яка задає потенційну енергію системи. При цьому завдання укладання графа перетворюється на задачу визначення мінімуму цієї функції, яка вирішується за допомогою зрушення на деякий вектор кожної вершини графа і перевірки зміни значення штрафної функції. Зрушення вершин виконується в циклі, умовою виходу з якого є або досягнення локального мінімуму, або досягнення максимальної кількості допустимих ітерацій. Найпопулярнішими серед цієї групи алгоритмів є методи відпалу. Вони виділяються тим, що «коливання» системи згасають з кожної ітерацією.

Аналітичні алгоритми є послідовністю різних перетворень графа, що приводять до побудови укладання. Це дозволяє отримувати гарантований результат, що задовольняє обраним критеріям, тому що критерії використовуються не для побудови штрафної функції, а для побудови самого алгоритму укладання. До недоліків аналітичних алгоритмів можна віднести складність їх побудови. Крім того, вони погано піддаються модифікації, і для проведення експериментів доводиться вносити серйозні зміни в алгоритм, а не в набір параметрів, як це робиться в разі використання алгоритмів, що базуються на штрафних функціях.

Одним з найпоширеніших аналітичних алгоритмів є гамма-алгоритм. Він базується на виокремленні сегментів в графі та їх певній укладці в належним чином обраних гранях графа. Перевагою даного алгоритму є можливість робити укладку графа з криволінійними ребрами. Без сумніву, простота формулювання забезпечила алгоритму популярність, адже невеликі розрахунки можна виконати вручну, а ключові моменти легко реалізувати на аркуші паперу. Однак, протилежним боком простоти стала обмеженість можливостей.

Запропонована модифікація [1] дозволяє за допомогою гамма-алгоритму знаходити всі варіанти укладки графа – як пласкі, так і з перетинанням ребер, при цьому існує можливість отримувати конфігурації унікальні не тільки за структурою, а й за шляхом їх утворення. Основним нововведенням є представлення компонент графа у вигляді дрібних і «гнучких» для алгоритму ланцюгів та впровадження рекурсивного алгоритму з повним обходом усіх варіантів укладки графа. Завдяки цьому алгоритм хоч і втрачає ефективність у часі, але надає всю інформацію про граф. Для реалізації був обраний мовний Python3, як такий, що має потужну колекцію типів даних (зокрема, впорядковане відображення), а також об'єктів зі складним інтерфейсом (генератори і корутини). Ці переваги дозволили застосувати у розробленій модифікації чимало сучасних патернів проектування.

*Список літератури*

1. Гребенюк Б. В. Модифікація аналітичного гамма-алгоритму пласкої укладки графа / Б. В. Гребенюк // Proceedings of the 1st Student Workshop on Computer Science & Software Engineering, Kryvyi Rih, Ukraine, November 30, 2018. – С.46-54.

О.Г. РИБАЛЬЧЕНКО, ст. викладач, С.В. БІЛАШЕНКО, асистент,  
Є.Л. ТУРЧИК, студент, Криворізький національний університет

## МЕТОДИ Й ІНСТРУМЕНТИ ПРОВЕДЕННЯ ВІДДАЛЕНИХ ЮЗАБІЛІТІ ТА КОРИСТУВАЦЬКИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Створення якісної взаємодії між користувачами та програмним продуктом починається із розуміння цільової аудиторії застосунку, особливостей поведінки користувачів, їх мотивів та цілей. При цьому віддалені користувачькі дослідження ідеальні для отримання інформації від респондентів, що знаходяться в будь-якому місці планети. Такі дослідження забезпечують доступ до великої кількості потенціальних клієнтів, скорочують час на поїздки та можуть значно знизити вартість юзабіліті тестування.

Віддалене користувачьке тестування має дві ключові переваги над традиційним тестуванням. По-перше, віддалені методи гнучкі, бо дозволяють контактувати з клієнтами усього світу та завдяки проведенню в онлайн-режимі надають різноманітну користувачьку базу та щільний розклад виконання. По-друге, інтерв'ю проводиться у звичайному робочому середовищі учасника з використанням звичних для нього програм та устаткування.

Віддалені користувачькі дослідження розділяються на модеровані і немодеровані. Під час модерованого дослідження ведучий безпосередньо контактує з учасниками, що дозволяє отримати всебічну якісну інформацію, адже дослідник особисто спостерігає за учасниками. Немодероване дослідження замість особистої бесіди використовує онлайн інструменти, які автоматично збирають потрібну інформацію. Автоматичні дослідження зазвичай кількісні та допомагають оцінити продуктивність застосунку.

Ефективною стратегією «живого» рекрутіngu є використання спливаючої форми з анкетною, яку користувачам потрібно заповнити, щоб взяти участь у дослідженні. Також можна розмістити посилання на дослідження в будь-якому помітному місці сайту. Найпростіший спосіб створення опитувань - це дати посилання на форму, створену в Google Forms, або використати інструмент подібний настроюваному опитувальнику Ethnio. Віддалене дослідження, використовуючи процес, який називається Time-Aware Research, дозволяє миттєво набрати людей, що знаходяться в процесі виконання потрібного завдання. Time-awareness означає, що користувачі зацікавлені у виконанні завдання зі своїх причин, а не тому, що їх про це попросили.

Є декілька інструментів, які використовуються для проведення віддалених досліджень:

- Skype – дозволяє спостерігати за обличчям учасника та його екраном;
- Google Hangout – можна спостерігати або за обличчям учасника або за його екраном;
- GoToMeeting (платно) – дозволяє спостерігати за обличчям учасника та його екраном,

можна надати учаснику можливість управляти мишею та клавіатурою ведучого.

Можна використовувати ряд автоматизованих інструментів, які пропонують користувачеві виконати завдання, а потім записують його поведінку.

Loop11 - це панель у браузері, що пропонує користувачам виконати завдання. Автоматичний аналізується відсоток виконуваності задач, витрачений час на виконання одного завдання, час до першого кліка, обробка потоку кліків, обробка найчастіших точок успіху і невдач.

Додаток UserTesting забезпечує захват і синхронізацію мовлення користувача з відео його поведінки на сайті під час виконання завдання. Відео можна завантажувати та коментувати. Також надається демографічна інформація про користувача та інформація про його обладнання. Користувачі набираються сайтом UserTesting.com з попередньо відібраної групи.

Lookback дозволяє вивчити те, як люди використовують ваш мобільний застосунок. Додаток записує екран, обличчя і голос користувача, а також всі натискання. Як тільки запис завершений і завантажений, він з'являється на сайті Lookback, де його можна переглянути.

Unicorns - це програма, яка записує все, що користувач робить на мобільному телефоні. Вона дозволяє проводити юзабіліті тестування, демонструвати передрелізні версії програм або нові функції, а також спілкуватися з користувачами в чаті.

Якщо ви працюєте з аудиторією усього світу, при цьому обмежені в часі і бюджеті - віддалене користувачьке тестування надасть багатий набір даних, ґрунтуючись на яких можна приймати рішення і зрозуміти, як саме користувачі взаємодіють зі створеним вами інтерфейсом.



**МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ГОЛОГРАФІЧНОЇ ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ**

На сьогоднішній день відомі три основні методи класичної голографічної інтерферометрії: метод двох експозицій, метод усереднення за часом і метод реального часу [1]. Усі перераховані методи основані на використанні фотоматеріалів, що потребують подальших хімічних обробок, або рестрації голограм на фототермопластичному носії.

З появою цифрових відеокамер, що дали можливість отримувати зображення високої деталізації, в світі почався поступовий перехід від класичних методів голографії до методів цифрової голографічної інтерферометрії. В останньому випадку за фіксування зображення відповідає матричний світлочутливий сенсор, яке в подальшому зберігається в пам'яті комп'ютера.

Основні властивості методу голографічної інтерферометрії (МГІ) є висока ефективність, розділ амплітуди в часі, безперервний запис подій, тимчасова фільтрація. Інформативність голограм може бути настільки високою, що дозволяє забезпечити запис і відновлення з високою вірогідністю тонких деталей світлової хвилі складної форми. Ця властивість дозволяє досліджувати за допомогою МГІ тривимірні, дифузійні відображаючі об'єкти. Наявність інтерференційних смуг на зображенні відображаючого об'єкту свідчить про його деформації. Для прозорих об'єктів може бути отримана інтерференційна картина, яка свідчить про зміну показника заломлення або товщину об'єкта. Голографічний метод (ГМ) дозволяє зареєструвати хвилю, розсіяну об'єктом в момент часу  $t_1$ , а потім порівнювати з хвилею, яка була розсіяна тим же об'єктом, але в момент часу  $t_2$ .

Для математичного опису взаємодії хвильових полів в голографічній інтерферометрії користуються методом комплексних амплітуд [2]. Процес поширення хвильового поля з достатньою точністю можна описати за допомогою інтегральних перетворень Френеля-Кірхгофа комплексної амплітуди хвильового поля, відновленого в площині голограми. Сучасні цифрові технології дозволяють реалізувати подібні інтегральні перетворення. Числове інтегральне дифракційне перетворення цифрової голограми, зокрема перетворення Френеля, дозволяє отримувати дискретне уявлення комплексної амплітуди об'єктного поля в прямому або комплексному вигляді, реконструювати в чисельній формі зображення об'єкта і з використанням графічних комп'ютерних засобів візуалізувати це цифрове зображення.

По методу двох експозицій, в голографічній інтерферометрії взаємодіють два відновлених хвильових поля  $E_{o1}$  та  $E_{o2}$ , що відповідають за два стани об'єкту.

Завдання інтерферометричного порівняння двох відомих масивів розподілу фази просте - треба отримати розподіл різниці фаз. Це легко досягається простим відніманням одного масиву з іншого. Отриманий тангенціальний розподіл чутливий до напрямку переміщення, чого не спостерігається в класичній двоекспозиційній інтерферометрії. Це відразу вирішує проблеми визначення знаку переміщень і істотно полегшує розрахунок повної картини різниці фаз в площині об'єкту.

Основні відмінності між цифровою та класичною голографічною інтерферометрією [3] полягає у тому що в методі двох експозицій у класичному інтерпретуванні інтерферують два зображення, відновлені опорним променем, в результаті чого отримують косинусоїдальний контраст. У випадку цифрової голографії інтерферограма розраховується по двом цифровим голограмам, і в результаті отримуємо тангенціальний контраст. При використанні методу реального часу в класичному випадку інтерферують зображення різної яскравості. В цифровому інтерпретуванні спостерігається картина різниці двох зображень з частотою кадрової розгортки. В методі усереднення по часу відображення смуг визначається функцією Бесселя (швидке падіння яскравості щодо нульової лінії). В цифровому голографіюванні отримуємо квазібінарну голограму, в якій в основному спостерігаються вузлові лінії.

*Список літератури*

1. C. M. Vest. Holographic Interferometry. Wiley, 1979.
2. Франсон М. Голография. М.: Мир, 1972.
3. Pedrini G., Zou Y., Tiziani H. J., Digital double-pulse TV-Holography // Optics and Laser in Engineering, 1997.

А.В. КОЗИКОВ, ст. викладач, Д.І. ДВИГУН, студент,  
Криворізький національний університет

## **СТАНДАРТ БЕСПАРОЛЬНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ WEBAUTHN КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ В СЕТИ**

В связи с растущим развитием IT-технологий в мире, увеличивается количество аккаунтов у пользователей, а это влечет за собой увеличение личной информации пользователей в сети. Общение между людьми практически полностью перешло в интернет. В связи с этим одной из важнейших задач в информационных технологиях на данный момент, является защита персональных данных, которые пользователи оставляют в своих аккаунтах разных сервисов, в личных переписках и т.д.

Традиционная аутентификация пользователя через логин и пароль используется уже долгое время и все еще остается наиболее популярным методом, несмотря на то, что появляются новые современные подходы, например, сканеры отпечатков пальцев или системы распознавания лиц. Однако пароли не в состоянии обеспечить должную защищенность конфиденциальной информации. Около 80% взломов учетных записей связаны со слабыми паролями или их кражей. Пользователи не в состоянии запоминать большое количество комбинаций паролей, которые для каждого сервиса в сети, могут иметь свои правила. Это влечет за собой то, что пользователи используют один и тот же пароль для разных сервисов или делают их слишком простыми для лучшего запоминания.

Одним из решений данной проблемы может быть недавно принятый стандарт беспарольной аутентификации. Идея состоит в том, чтобы не хранить конфиденциальные данные пользователей (например, пароли), а просто подтверждать их, используя смартфоны или ключи обеспечения безопасности. Это позволит отказаться от уязвимостей аутентификации с помощью паролей и повысить безопасность пользователей при работе в интернете.

Web Authentication является веб-стандартом, разработанным Консорциумом Всемирной паутины (W3C) и Альянсом FIDO. Этот стандарт призван решить все проблемы с традиционной аутентификацией.

Криптографические учетные данные FIDO уникальны для каждого веб – сайта, личные данные пользователя, такие как пароль или логин, не покидают устройства пользователя и не сохраняются на сервере. Это устраняет риск любых видов краж паролей.

Вход в систему осуществляется с помощью удобных пользователю методов, сканер отпечатков пальцев, камеры, ключ безопасности FIDO или смартфон.

Ключи FIDO являются уникальными для каждого интернет-сайта, благодаря этому нет возможности отслеживать пользователя на разных сайтах.

WebAuthn состоит из 3 основных компонентов: веб-сайт, веб-браузер, аутентификатор. Аутентификатор представляет из себя совокупность средств и методов, с помощью которых можно идентифицировать аккаунт без ввода персональных данных.

Во время аутентификации WebAuthn показывает верификатору, на то, что у пользователя имеются все данные, которые позволяют подтвердить его личность согласно протоколу FIDO.

Ключ безопасности FIDO в настоящее время обычно представляет из себя USB-накопитель, который можно подключить к устройству. При входе на web-страницу, браузер должен проверить вставлен ли ключ в устройство. Если ключ обнаружен, пользователь войдет в учетную запись точно так же как делал бы это с помощью пароля.

Таким образом этот стандарт может обеспечить простую и надёжную аутентификацию в сервисах. Эта аутентификация унифицированная, она не зависит от платформы, сервиса или браузера. Технология WebAuthn уже получила поддержку в операционных системах Windows 10 и Android, а также в браузерах Google Chrome. Отныне она объявлена официальным стандартом для всемирной паутины, что должно обеспечить её использование вместо паролей.

### *Список літератури*

Web Authentication Working Group [электронний ресурс] Режим доступу : [www/ URL: https://www.w3.org/blog/webauthn/](http://www.w3.org/blog/webauthn/) – 28.03.2019 г. – Загол. з екрану.

**ПЕРЕВАГИ ІНТЕГРАЦІЇ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ У СФЕРУ ОСВІТИ**

У сучасному світі швидкість розвитку інформаційних технологій та ступінь їх інтеграції у різноманітні сфери нашого життя невідмінно зростають. Їх застосування ми можемо побачити усюди: коли працюємо, відпочиваємо, купляємо продукти харчування, чи оплачуємо проїзд у громадському транспорті. Впровадження інформаційних систем та автоматизації зумовлено підвищенням ефективності та якості праці, зниженням частоти виникнення помилок та витрат. Причинами цьому є швидкість праці таких систем та виключення людського фактору.

Однією із пріоритетних сфер життя, застосування інформаційних технологій у якій може докорінно змінити майбутній розвиток людства є сфера освіти. Головна особливість та проблема інтеграції новітніх технологій у дану сферу полягає у тісній взаємодії із людиною, якій необхідно надати усю необхідну інформацію у зрозумілому форматі і при цьому попередити можливі питання, проблеми та контроль знань. Проникнення сучасних технологій у сферу освіти дозволяє педагогам більш гнучко варіювати зміст, методи та форми навчання на власний розсуд за рахунок застосування інструментів мультимедійного моделювання, аналізу та структуризації навчального процесу, а використання специфічних засобів комп'ютерних систем надає можливість підібрати індивідуальний підхід до окремих учнів, чи навчальних груп.

Підвищення рівня залучення учнів у процес вивчення нового матеріалу за рахунок мультимедійних засобів, замість його звичайного прослуховування, або читання, впровадження звукового супроводження та елементів анімації дозволяють викладачу наблизитись до підопічних та значно підвищити інтерес та концентрацію учнів, а як наслідок і рівень засвоєваності поточного матеріалу та інтерес до майбутнього. Такий підхід допомагає адаптувати матеріал. Наприклад, адаптація із застосуванням інформаційних технологій методичного матеріалу із гуманітарних предметів логічними схемами, таблицями, графіками здатна значно краще сприйматись учнями технічних спеціальностей. Завдяки зручному доступу до інформації, комп'ютери часто використовуються у процесі самостійного домашнього навчання для підкріплення набутих знань, або для заповнення пропусків під час вивчення минулого матеріалу.

Таким чином інформаційні системи можуть стати зручним помічником як викладача, так і учня, та значно підвищити якість освіти. Використання наведеного підходу до справи здатне активізувати процес викладання, підіграти інтерес учнів до предмету, що вивчається, досягти більшої глибини розуміння матеріалу та власне покращити ефективність учбового процесу.

Іншою важливою частиною навчального процесу є контроль знань учнів. Використання комп'ютерів у навчальному процесі як засобу контролю якості знань отримує все більшого розповсюдження. Автоматизація процесу контролю знань дозволяють значно підвищити гнучкість власне контролю, варіювати його в залежності від здібностей учнів. Однією з головних переваг автоматизованого контролю знань є об'єктивність оцінки, та здатність оцінювати якість знань не лише загалом, але й із урахуванням глибини засвоєвання різних частин вивченого матеріалу. Аналіз результатів такого контролю дає як викладачу, так і учню чітку карту знань, на якій видно рівень знань із тої чи іншої теми курсу, стимулюючи таким чином учня повернутися до вивченого матеріалу для покращення його навичок та знань. Серед причин ефективності автоматизованого контролю знань є швидкість аналізу та розрахунок результату.

Оскільки відстрочка засобів заохочення або покарання за успішних або поганих результат навчальної діяльності знижує їх ефективність, відносно миттєвий результат автоматизованих тестів допомагає керівникам учбового процесу здійснювати засоби навчання та виховання більш ефективно.

Наведені приклади говорять про важливість впровадження новітніх інформаційних систем у сферу навчання, про їх переваги та ефективність у вихованні нового покоління різноманітних спеціалістів, що згодом будуть розвивати не лише освітню сферу, а й усі інші.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Регулювання розвалу-сходження – популярна і затребувана послуга в сучасному автосервісі. Колеса автомобіля повинні бути встановлені під певними кутами. Якщо їх значення не відповідають рекомендованим заводом-виробником параметрам, керування автомобіля погіршується, він втрачає курсову стійкість, що без сумніву впливає на безпеку руху, а також сприяє прискореному і нерівномірному зносу шин.

Коригування кутів установки коліс повинне проводитися регулярно. Але сама по собі ця операція малоефективна – її потрібно проводити лише в комплексі з іншими заходами. Середня вартість процедури розвалу-сходження зараз знаходиться в діапазоні 300-600 гривень.

Фахівці вважають, що коригування розвалу-сходження бажано проводити два рази на рік – одразу після сезонної зміни гуми. Також бажано перевіряти розвал після серйозних ударних навантажень підвіски (наприклад, після пошкодження колісного диска в результаті заїзду в яму або заїзду на бордюр).

В реаліях сучасних вітчизняних доріг такі ударні навантаження – це не рідкість.

Отже, жодний водій авто не може спрогнозувати, коли йому необхідно звернутися до сервісу для корегування розвалу-сходження.

Після опитування автомобілістів з великим досвідом водіння, стало зрозуміло, що на практиці процедура розвалу-сходження, є дійсно важливою. Більшість опитаних погодилися, що пристрій, який би міг повідомляти про зміщення куту положення коліс автомобіля, безперечно, мав би позитивний вплив на безпеку руху.

Комп'ютери стали звичайним явищем в кожному сучасному автомобілі. Бортові комп'ютери майже повністю контролюють функціонування автомобіля, опираючись на показання датчиків. Автомобільні датчики оцінюють значення неелектричних параметрів і перетворюють їх в електричні сигнали. Сигнали передаються в електронний блок управління, який відповідно до закладеної програми пускає в хід виконавчі механізми, або повідомляє водія про несправності, відображаючи дані на панелі приладів.

Завдяки розвитку сучасних інформаційних технологій, датчики застосовуються практично у всіх системах автомобіля. У двигуні вони вимірюють температуру і тиск повітря, палива, масла, охолоджувальної рідини. До багатьох рухомих частин автомобіля (колінчастий вал, розподільний вал, вали в коробці передач, колеса, клапан рециркуляції відпрацьованих газів) підключені датчики положення і швидкості. Але серед всіх існуючих пристроїв немає датчика, який би контролював кути встановлення коліс.

Такий датчик дозволив би водіям отримувати інформацію про необхідність проведення процедури розвалу-сходження коліс.

Датчик являв би собою відкалібрований до еталонних показників пристрій, який би налаштувався одразу після проведення розвалу-сходження коліс. Датчик встановлюється на осі автомобіля, а спеціальні відбиваючі мітки розміщується на обідках дисків.

Принцип роботи засновується на датчиках, що вимірюють відстань (оптичних або ультразвукових). Дані, отримані датчиками передаються на мікроконтролер, який запрограмований на порівняння значень, що зберігаються у його енергонезалежній пам'яті, із актуальними показниками. При відхиленні фактичних вимірів датчиків від еталонних показників на недопустиму величину, мікроконтролер відправляє повідомлення у бортовий комп'ютер про порушення куту встановлення певного колеса на відповідній осі.

Контроль технічного стану автомобіля необхідний, адже водій відповідальний не тільки за свою безпеку, а й за безпеку інших учасників руху.

На щастя, розвиток сучасних інформаційних технологій дозволяє постійно вдосконалювати пристрої, які допомагають виявити найменші несправності автомобіля.

**БЕЗПЕКА ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ**

Збільшення популярності хмарних обчислень посилило попит на її використання. Згідно з даними Міжнародної компанії IDC і дослідженням Forbes, в 2018 році сумарні витрати організації на інфраструктуру і послуги, пов'язані з хмарними обчисленнями, досягли рівня \$ 154 млрд. Подібна популярність технології, перш за все, обумовлена її функціональністю, яка надає не тільки широкі можливості для обробки і зберігання даних, але і є способом уникнути витратних інвестицій. У зв'язку з актуальністю цієї технології необхідно зосередити увагу на її переваги і недоліки, особливе місце займає питання безпеки.

Згідно з визначенням NIST, хмарні обчислення представляють собою модель повсюдного та зручного мережевого доступу на вимогу до загального пулу конфігуруємих обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж передачі даних, серверів, пристроїв зберігання даних, додатків і сервісів - як разом, так і окремо), які можуть бути оперативно надані і звільнені з мінімальними експлуатаційними витратами і / або зверненнями до провайдера.

Існує три моделі надання послуг хмарних обчислень (SaaS - Software-as-a-Service, PaaS - Platform-as-a-Service, IaaS - Infrastructure-as-a-Service) і чотири моделі розгортання (Public Cloud, Private Cloud, Community Cloud, Hybrid Cloud). Незалежно від моделі хмарні обчислення характеризуються рядом загальних переваг: можливістю спільного доступу до ресурсів і послуг, гнучкістю управління послугами та можливістю динамічного масштабування ресурсів, зручною системою оплати використовуваних сервісів (pay-per-usage model) [1-4].

Але є проблемні сторони даної технології. Головне місце займає безпека. Порушення функціонування хмари може бути спровоковано атаками злоумисників так і збоями самої хмарної інфраструктури. Головною проблемою в безпеці є втрата даних. Певні рішення в даних складнощах вносять відсутність стандарту безпеки хмарних обчислень. В більшості випадків безпека в хмарі досягається за рахунок контролю третьої сторони, або реалізацією провайдерами хмарних сервісів своїх власних стандартів і моделей безпеки.

Загрози безпеці хмари відрізняються в залежності від моделі надання послуг. Існують типи загроз, які є загальними для всіх моделей. Їх можна класифікувати за впливом на ознаки, що характеризують дані і послуги хмарних обчислень: конфіденційність (Загроза доступу злоумисних інсайдерів до призначених для користувача даних, що зберігається в хмарі; загроза несанкціонованого доступу до даних; загроза компрометації або несправності апаратного забезпечення), цілісність (надання частини користувачів в рамках однієї інфраструктури несправних або неправильно сконфігурованих компонент), доступність[3].

Статистика загроз і аналіз ринку хмарних обчислень показують, що актуальність вироблення методів і розробки засобів захисту хмарного середовища дуже висока. Однак на сьогоднішній день єдиного механізму і єдиної моделі захисту хмар від існуючих загроз (аномалій) безпеки немає.

Одним з підходів забезпечення безпеки хмарної середовища є використання розподіленої системи моніторингу і виявлення вразливостей[2]. Таке рішення характеризується розподіленістю і самоорганізацією, що адаптує їх для роботи в хмарному середовищі.

Однак проблемною стороною в питанні використання подібної системи є оцінка її ефективності, оскільки багаторівнева структура середовища вносить складності в використання стандартних методів оцінки.

*Список літератури*

1. Облачный провайдинг 2015-2020: экономика, стратегии, бизнес-модели. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iksmedia.ru/news/5331917-Novyj-otchet-iKSConsulting-oblachny.html>.
2. Security and Privacy Issues in Cloud Computing. Jaydip Sen [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1303/1303.4814.pdf>.
3. Хмарні технології. Переваги і недоліки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://valtek.com.ua/ua/system-integration/it-infrastructure/clouds/cloud-technologies>.
4. Grace Lewis, Basics About Cloud Computing. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetID=28873>.

А.В. КОЗИКОВ, ст. викладач, Б.В. ГРЕБЕНЮК, студент,  
Криворізький національний університет

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ УКЛАДКИ ДІАГРАМ СТАНІВ КІНЦЕВОГО АВТОМАТА**

Кінцевий автомат - це засіб моделювання динамічної поведінки елемента моделі, а точніше, аспектів поведінки системи, керованих подіями. Він являє собою набір станів, пов'язаних переходами. Стан об'єкта визначається тим, що він виконує будь-яку задачу або очікує події.

Перехід - це відношення між двома станами, який ініціюється будь-якою подією, при цьому виконуються деякі дії або обчислення, і результатом його є інший кінцевий стан.

Діаграма станів кінцевого автомата включає в себе стани і переходи, і, по суті, є графом спеціального виду, який представляє певний автомат. Вершинами цього графа є стани. Ребра графа призначені для позначення переходів зі стану в стан. Діаграми станів можуть бути вкладені одна в одну, утворюючи вкладені діаграми. Діаграма може бути зображена на площині, що є найбільш природним для подання на моніторі персонального комп'ютера, або може бути побудована об'ємна модель.

У багатьох випадках виникає потреба автоматичної укладки діаграм.

При цьому необхідно враховувати ряд критеріїв, які оцінюють «якість» діаграми для того чи іншого застосування (такі критерії називаються естетиками). Якість укладки оцінюється за такими естетиками як мінімізація числа перетинів, мінімізація площі, обмеження «вільного місця», мінімізація зламів і мінімізація загальної довжини ребер.

Існує дві групи алгоритмів укладки графів: алгоритми з фізичним аналогом (графу відповідає фізична модель) і аналітичні алгоритми (послідовність різних перетворень графа). Застосування аналітичних алгоритмів дозволяє відносно швидко отримувати якісні і красиві графи. Найефективнішими в цій групі є гамма-алгоритм і алгоритми групи GIOTTO.

Завдання укладки діаграми станів вирішується багатьма CASE засобами, що підтримують мову UML. Розглянемо найпопулярніші з них.

У додатку Rational Rose Professional J Edition використаний один алгоритм укладки.

Аналізуючи результат, можна сказати, що естетична якість укладки незадовільна, наявні не виправдані перетини переходів, проходження переходів по станах, за наявності петель не вдається забезпечити читабельність діаграми.

Додаток Borland Together Designer SE надає ряд алгоритмів укладки діаграм: ієрархічна укладка, укладка дерев, метод відпалу, ортогональна укладка. Оригінальний алгоритм Together здійснює неортогональну укладку, демонструючи при цьому високу компактність і відповідність багатьом естетикам.

У продукті NetBeans 5.5 доступно чотири види укладки: ієрархічна укладка, ортогональна укладка, симетрична укладка і інкрементальна укладка. Ієрархічна укладка дає недостатню компактність укладки і не є ортогональною.

Симетрична укладка досить компактна, але допускає проходження ребер по станах. Інкрементальна укладка, ймовірно, реалізує один з алгоритмів відпалу, причому не дуже глибоко.

Проведений аналіз показав, що популярні на даний момент засоби редагування UML діаграм не використовують якісних алгоритмів укладки діаграм станів.

З іншого боку, для укладки графів загального вигляду розроблено ряд продуктивних алгоритмів.

Тому робота з аналізу застосовності та адаптації існуючих алгоритмів укладки графів до задачі укладки діаграм станів кінцевого автомата є актуальною і практично значущою.

### *Список літератури*

1. Кватрани Т. Визуальное моделирование с помощью IBM® Rational® Software Architect and UML. Пер. с англ. / Т. Кватрани, Дж. Палистрант. – М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2007. – 192 с.

**МЕТОДИ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ РОЗГОРНУТИХ ВІДПОВІДЕЙ  
У СИСТЕМАХ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ**

При розробці автоматизованих систем адаптивного навчання постає проблема аналізу розгорнутих відповідей студентів. Одним із рішень поставленої проблеми може бути використання методів семантичного аналізу тексту.

Серед існуючих методів аналізу текстових даних чинне місце посідає метод з використанням векторної моделі. Основна ідея якого полягає в алгебраїчному представленні колекції текстових масивів векторами одного спільного для всієї колекції векторного простору. Векторна модель є основою для вирішення багатьох завдань, таких як: пошук документа за запитом, класифікація документів та кластеризація документів.

Для знаходження близьких за сенсом речень можна знаходити косинус кута між векторами речень. Слова у реченнях можуть повторюватись, але бути у різній формі, саме тому використовують стемінг – це процес скорочення слова до основи шляхом відкидання допоміжних частин, таких як закінчення чи суфікс. Результати іноді дуже схожі на визначення кореня слова, але його алгоритми базуються на інших принципах. Стемінг застосовується в лінгвістичній морфології та в інформаційному пошуку. Використовуючи стемінг ми отримуємо вектори, які найбільш вдало демонструють речення. Саме такі вектори використовують для знаходження косинусу кута між ними.

Іншим ефективним і актуальним засобом вилучення семантики із тексту та її представлення є метод латентно-семантичного аналізу (ЛСА) [1].

Д. В. Ланде розглянув метод ЛСА в рамках технологій глибинного аналізу текстової інформації Text Mining, що розроблені на основі статистичного та лінгвістичного аналізу, і дозволяють не лише здійснювати відбір релевантних документів, а й виділяти їх семантику, яка досить часто буває прихованою [2].

ЛСА є теорією і методом екстракції і представлення контекстно-залежного змісту слів шляхом статистичної обробки великого корпусу текстів. Головною ідеєю методу є те, що сукупність усіх контекстів, в яких певне слово вживається або, навпаки, не вживається, обумовлює набір обмежень, які визначають подібність значень слів або множини слів. Отже, простежується думка, що між словами і контекстом, в якому вони вживаються існують приховані (латентні) зв'язки. Метод ЛСА дозволяє визначити асоціативну і семантичну близькість та вирахувати кореляції між двома термами, двома документами, або між термом і документом.

Ефективність застосування методу ЛСА в сфері знань людини підтверджена різноманітними прикладами його роботи. Зокрема, вперше зазначений метод був застосований з метою автоматичного індексування текстів та виявлення їх асоціативно-семантичної структури. Використання методу ЛСА знайшло своє відображення у системах вилучення, представлення семантичної інформації із тексту. Метод ЛСА пройшов випробування та підтвердив свою ефективність у таких напрямках обробки природної мови як моделювання концептуальних знань людини; інформаційний пошук, при реалізації якого ЛСА показує набагато кращі результати порівняно із звичайними векторними методами.

Для детальнішої обробки розгорнутих відповідей студента в системах адаптивного тестування якості знань можна використовувати синонімічні ряди слів при латентно-семантичному аналізі. Це дозволить ефективніше вирішувати задачу визначення унікальності розгорнутої відповіді студента, як серед відповідей інших студентів курсу, так і серед текстів популярних інтернет-ресурсів.

Використання синонімічних сполучень в алгоритмі вилучення семантики із тексту дозволить досягнути меншої чутливості до окремих формулювань думок студентів.

*Список літератури*

1. Заболеева-Зотова А. В. Латентный семантический анализ: новые решения в Internet / А. В. Заболеева-Зотова., 2001. – (Информационные технологии).
2. Ландэ Д. В. Поиск знаний в Internet. Профессиональная работа / Д. В. Ландэ., 2005. – 272 с.

**ІТ-БІЗНЕС – НЕПРИВІТНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ ЖІНОК**

У сучасному світі існує багато гендерних стереотипів по відношенню не тільки до жінок, а й до чоловіків. Але якщо говорити про кар'єру в ІТ, то жінкам в цій сфері працювати складніше. Згідно з даними проекту «Портрет ІТ-фахівця»[1], на даний момент українські ІТ-технології належать чоловікам. Глобально в сфері ІТ жінок не більше 25%, на керуючих позиціях - менше 10%, а частка розробниць взагалі мізерна - 7%. Не дивно, що мало кому з дівчат вдається пробитися на топ-рівень, адже зростання в компанії починається зі стартової позиції, а випускниця технічних вузів в нашій країні в декілька разів менше, ніж випускників.

В процесі обговорення проблем рівності в сфері ІТ виникає багато припущень, чому відсоток жінок-програмістів залишається низьким. Серед причин можна виділити наступні: особливості емоційного фону, різниця в мисленні, вихованні або суспільні стереотипи.

Напевно, головним гендерним упередженням є таке: у жінок слабше розвинене логічне мислення, ніж у чоловіків. Стаття, яка опублікована в PNAS з використанням методу дифузійної тензорної візуалізації, дозволяє прояснити ситуацію у відмінностях мислення[2]. У чоловіка і жінки принципово різні карти зв'язків в мозку. Чоловік вирішує проблеми одна за одною, його мислення послідовне. У жінки ж обидві півкулі добре пов'язані, вона може виконувати багато справ одночасно, що дозволяє жінці бути більш збалансованою і універсальною. Чоловічий розум - це звичка думати самому, шукати рішення без вивертів і хитрощів. Жінки ж частіше вважають за краще схитрити і вирішити питання, не ламаючи власну голову. Отож, жінки - не дурніші за чоловіків та в змозі впоратися з технічним завданням будь-якої складності. Але вони рідше користуються логічним мисленням, віддаючи перевагу іншим способам.

Необ'єктивність, яка стосується всіх сфер взагалі: жінки не народжені бути лідерами. Але в ІТ ця проблема помітна сильніше. У своєму виступі на TED Talks в 2010 році Шеріл Сендберг, СОО Facebook, міркувала про те, чому в світі так мало лідерів-жінок[3]. За її словами це багато в чому пов'язано з вибором жінки між кар'єрою і сім'єю. Чоловікам зазвичай не доводиться стояти перед такою дилемою. Вона привела в приклад дослідження, яке підтверджує цей факт: у двох третин одружених чоловіків на топових позиціях є діти, а серед жінок-керівниць завести дітей змогла тільки третина. Тобто, якщо жінка хоче досягти кар'єрних висот, вихід тут тільки один - залишатися на роботі незалежно від свого сімейного стану та продовжувати розвиватися. Причому в ІТ це зробити, мабуть, найлегше - багато питань в цій справі можна вирішувати дистанційно.

Досить часто зустрічається наступне з упереджень: жінок недооцінюють, тому їм важко пробитися в топи. Правда в цьому є, але лише частково. Основна проблема не в тому, що жінок недооцінює керівництво, а в тому, що самі жінки недооцінюють себе. Корінь проблеми полягає, ймовірно, у вихованні і в гендерних стереотипах: «дівчинка повинна бути скромною. У підсумку це призводить до того, що чоловіки оцінюють свій інтелект і здібності вище, ніж є насправді, а жінки - навпаки.

Відомо, що в середньому в Україні жінки заробляють на 27% менше чоловіків. Багато жінок соромляться прохати надбавку до заробітної платні: тільки 7% випускниць при першому прийомі на роботу піднімають питання про більш високу зарплату, в порівнянні з 57% чоловіків. Проблема в тому, що жінки бояться заявити про себе.

Підсумовуючи, жінкам потрібно постійно вдосконалюватися для досягнення кар'єрного зросту в сфері ІТ та не бачити перешкод. Віра в себе і в свій професіоналізм – шлях до успіху.

*Список літератури*

1. Інфографіка «Портрет ІТ-спеціаліста 2018» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dou.ua/lenta/articles/portrait-2018/>
2. Стаття «Статеві відмінності в структурних зв'язках мозку людини» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pnas.org/content/111/2/823>
3. Промова Шеріл Сандберг на конференції TEDWomen «Чому в нас дуже мало жінок-лідерів?» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.ted.com/talks/sheryl\\_sandberg\\_why\\_we\\_have\\_too\\_few\\_women\\_leaders#t-201636](https://www.ted.com/talks/sheryl_sandberg_why_we_have_too_few_women_leaders#t-201636).



**АСИМПТОТИЧНИЙ АНАЛІЗ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ  
З ПАМ'ЯТТЮ**

Системи керування із запізненням (інші назви: системи з пам'яттю, з післядією, із загаянням) неодноразово були об'єктом дослідження у зв'язку із моделюванням різноманітних технічних пристроїв [1]. Згадані системи містять ланку сталого або змінного запізнення і описуються системами диференціальних рівнянь з відхиленням аргументу (ВА) [2]. Останні на відміну від звичайних диференціальних рівнянь навіть у лінійному випадку можуть мати такі властивості розв'язків, як розгалуження, злипання, зникнення тощо. Системи диференціальних рівнянь з ВА за властивостями розв'язків суттєво різняться залежно від того, до якого типу належать - запізнювального (загаяного), нейтрального чи випереджувального.

До систем зі сталим ВА приводить, наприклад, моделювання роботи двигуна внутрішнього згорання, а системи зі змінним ВА є моделями каналів зв'язку із змінним часом проходження сигналу.

Методи дослідження систем автоматичного керування розроблялися здебільшого для випадків, коли система диференціальних рівнянь, що моделює згадані системи має сталі коефіцієнти, тобто для стаціонарних систем. Розроблені методи далі узагальнювалися для таких систем, що описуються рівняннями зі сталим ВА (диференціально-різницевиими рівняннями). Дослідження систем зі змінним ВА потребувало дещо інших підходів [1].

Нестаціонарні системи керування містять змінні коефіцієнти, і тому, як правило, не зводяться до квадратур. Для побудови розв'язків таких систем операційний метод стає неефективним, тому використовуються наближені методи, зокрема асимптотичні [2, 3]. Методи [2, 3] розроблені для систем з повільно змінними коефіцієнтами. Структурна схема системи керування [1, стор. 161], що містить елемент запізнення  $B(\tau)$  та елемент без запізнення  $A(\tau)$  є системою з повільно змінними коефіцієнтами, якщо аргумент (повільний час)  $\tau = \varepsilon t$ , де  $\varepsilon > 0$  – малий параметр,  $\tau \in [0, L]$ ,  $L < +\infty$ . Вигляд асимптотичного зображення залежить від спектру матриці  $A(\tau)$ , а також від того, сталим чи змінним є ВА. У випадку сталого ВА застосовується метод кроків. Побудова фундаментальної матриці системи для змінного ВА є досить проблемною.

У роботі [2] запропоновано метод зведення системи рівнянь нейтрального типу до системи, що з точністю до деякого степеня малого параметра не містить членів без ВА. Суттєвою при цьому є умова, щоб спектр матриці  $A(\tau)$  був суто уявним.

Доповідь присвячено побудові асимптотичного зображення перехідної матриці нестаціонарної системи зі сталим та змінним запізненням. Розглядається система диференціально-різницевих рівнянь з повільно змінними коефіцієнтами. Для побудови фундаментальної (перехідної) матриці та матриці імпульсних перехідних функцій використовуються асимптотичні методи [2, 3]. Методом [2] досліджувана система рівнянь зводиться до системи, що з точністю до деякого степеня малого параметра не містить доданків без ВА. Такому перетворенню відповідає отримання системи, структурна схема якої є із розімкненою ділянкою кола, якій належить елемент  $A(\tau)$  без запізнення. Питання про можливість реалізації описаних перетворень у доповіді не з'ясовується, хоча не є тривіальним. Так, диференціальні рівняння з ВА випереджувального типу, як відомо [1], не допускають технічної реалізації, принаймні в системах автоматичного керування. Досить рідко зустрічаються в застосуваннях і системи нейтрального типу. Суто математичні перетворення, що зводять систему до згаданого вигляду можуть не мати фізичного змісту, а отже і практичної реалізації. Це є питання окремого дослідження.

*Список літератури*

1. Солодов А. В. Системы с переменным запаздыванием / А. В. Солодов, Е. А. Солодова // М.: Наука, 1980. – 384 с.
2. Фещенко С. Ф. Асимптотические методы в теории линейных дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом / С. Ф. Фещенко, Н. И. Шкиль, Ю. П. Пидченко, Н. А. Сотниченко // К.: Наук. думка, 1981. – 294 с.
3. Шкиль Н. И. Асимптотические методы в дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнениях / Н. И. Шкиль, А. Н. Вороной, В. Н. Лейфура // К.: Выща шк, 1985. – 248 с.

## ПРОБЛЕМИ ВИБОРУ ЧАСТОТИ КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ РУД

Технологічні процеси дезінтеграції руд відрізняються не лінійністю, не стаціонарністю характеристик, неможливістю достатньо точного вимірювання збурень, запізнь у технологічних ланках та процесах вимірювання технологічних параметрів. Крім того, неможливо точно вибрати математичну модель процесу оскільки це потребувало б врахування дуже складних взаємодій різних фізичних факторів. Не стаціонарність процесів часто зводить нанівець зусилля по їх ідентифікації у вигляді математичної моделі.

У роботі [1] наведена математична модель дезінтеграції руд. Ця модель потребує знання параметрів та структури самого процесу. Ці параметри та структура вважаються незмінними, що не зовсім відповідає дійсності. Крім того, не розглядається можливість визначення частоти вимірювання даних технологічних процесів що теж саме інтервалу дискретності.

Існують підходи, що використовують частотні методи для оцінки інтервалу дискретності. Однак такі підходи прийнятні лише для лінійних стаціонарних систем. Ще одним недоліком вказаних підходів є те, що вони використовують для оцінки інтервалу дискретності амплітуди окремих гармонік. В той же час необхідно враховувати не амплітуду, а енергію усіх, або найбільш значимих гармонік.

Останнім часом пробуджується інтерес до концепції "чорного ящика" як моделі об'єктів керування, про які відомі лише вхідні та вихідні дії, які піддаються вимірюванню [2]. Така концепція була висунута першими кібернетиками. Однак до цього часу замість конкретних результатів використання цієї концепції ми знаходимо загальні міркування, класифікацію "білих, сірих, чорних ящиків". У роботах автора варіант такої концепції базується на побудові моделі процесу у вигляді розширеної матриці входів та виходів об'єкта керування. При цьому зовнішні дії, що не піддаються вимірюванню, безпосередньо у матричну модель не входять. Однак, ясно, що їх вплив обов'язково присутній у вихідних даних. Таким чином ці зовнішні дії враховуються не просто у результаті вимірювань, а враховується саме їх ефект дії на вихідні дані.

Крім того, на відміну від багатьох методів одержання моделі керованих процесів, матрична модель не містить параметрів, у тому числі такого важливого параметру, як інтервал (частоту) вимірювання даних технологічного процесу. Однак, це не є недоліком матричної моделі оскільки ця модель не є статичною, складається із останніх даних технологічного процесу і змінюється відповідно до них. Зміна параметрів процесу та частоти вимірювань позначається на вхідних та вихідних даних, що містяться у матриці. Це дає можливість у процесі нормальної експлуатації змінювати частоту вимірювань даних, підбираючи оптимальне її значення за критерієм мінімальної різниці між модельним та дійсним значенням вихідних дій.

Важливо, що матрична модель дозволяє дати оцінку сигнатури ляпуновських показників на невеликих поточних інтервалах руху об'єкта керування при різних значеннях інтервалу дискретності без необхідності знання фізики процесу. Це в свою чергу дає можливість оцінити стійкість процесу, можливість виникнення хаотичних (не стохастичних) складових процесу, що притаманні не зовнішнім впливам, а внутрішнім властивостям об'єкта керування. При цьому не виникає потреба у класичній лінеаризації моделі об'єкта керування.

Особливо необхідно підкреслити, що при такому підході не виникає потреби вивчення фізичних законів, на яких ґрунтується процес. Це, в свою чергу, дозволяє використовувати одну й ту саму структуру розширеної матриці як модель різних динамічних процесів. Такий підхід неодноразово успішно був випробуваний як на числових, так і на фізичних моделях об'єктів керування.

### Список літератури

1. LI Xia Computer Simulation of Batch Grinding Process Based on Simulink 5.0 / LI Xia, YANG Ying-jie, DENG Hui-yong, HUANG Guang yao // J. China Univ. of mining & Tech. (English Edition). – 2005.
2. Жосан А.А. Концепція моделі динамічного об'єкта керування як потоку вхідних і вихідних даних. Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць, випуск 22, Кривий Ріг, 2008 (жовтень), стор. 154-157.

**СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНО-ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДУ  
ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ТРИФАЗНОГО АСИНХРОННОГО  
ДВИГУНА ТА РОЗРОБКИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НИМ**

Вимоги до якості освіти в наш час постійно ростуть. Не останню роль у процесі надання такого характеру освіти грають навчально-дослідницькі стенди. Опис створення такого стенду для зображення процесу керування трифазним асинхронним двигуном буде наведено у цій роботі.

Стенд складається з двигуна, до якого приєднано інкрементальний енкодер для вимірювання швидкості та положення (датчик має референсну мітку для позначення «нуля»), частотного перетворювача, контролера та елементів людино-машинних інтерфейсів.

Двигун та частотний перетворювач разом утворюють частотно-регульований привод. Частотний перетворювач має в собі ПІ-регулятор та налаштування, що дозволяють задати необхідні темпи для розгону та гальмування

Для поліпшення якості керування та подальшого поширення функціональності стенду, до валу двигуна приєднується інкрементальний енкодер та контролер. Контролер виконує замикання зворотного зв'язку по швидкості та реалізує певні алгоритми, такі як вироблення необхідного завдання для двигуна, визначення помилок керування, оцінка показників якості, в тому числі інтегральних, реєстрація показників роботи приводу та збереження їх для подальшого аналізу тощо. Контролер має змогу розгортання на ньому веб-серверу та розробки веб-сторінок з розподіленням за правами доступу, що дозволяють змінювати параметри стенду за допомогою комп'ютеру.

Контролер з'єднаний з частотним перетворювачем за допомогою мережі Modbus (контролер - ведучий). В цю ж мережу може приєднуватися зовнішнє обладнання людино-машинних інтерфейсів для керування параметрами стенду у реальному часі за місцем.

При розробці стенду використовувалась літеро-цифрова панель Magelis XBT R411. Таким чином даний стенд також може слугувати для навчання розгортанню промислової мережі Modbus.

Інкрементальний енкодер з'єднаний з контролером по інтерфейсу «push-pull» зі спеціальним апаратним лічильником контролера. Таке підключення широко використовується у промисловості, тому важливо було забезпечити можливість навчання саме йому. Проте таким маєтвом змога підключати аналогові та цифрові перетворювачі швидкості та положення, якщо необхідно.

Окрім практичних навичок по з'єднанню промислового обладнання, на цьому етапі стенд дає змогу проводити навчання теорії автоматичного керування з реальним обладнанням. Так у нас є нелінійний об'єкт з невідомими параметрами, є вимірювальні перетворювачі положення/швидкості та струму (вбудований у перетворювач частоти, інформація доступна по мережі Modbus), цифровий контролер та виконавчий пристрій. Виконавчим пристроєм в даному разі є перетворювач частоти, а об'єктом керування – двигун.

Перш за все в навчальних цілях може бути поставлена задача ідентифікувати об'єкт керування. Для знаходження параметрів двигуна, необхідно скласти певні програми для контролера, по результатам роботи котрих, необхідно проаналізувати інформацію з вимірювальних перетворювачів та скласти модель, що буде добре в'язатися з експериментальними даними. Іншою може бути задача якомога точнішого та швидшого керування двигуном. Для цього необхідно синтезувати програмний цифровий регулятор для наявного контролера та мати на увазі часову затримку у мережі Modbus.

Під час розробки стенду, було накопичено велику кількість літератури щодо використаного обладнання, його налаштування та програмування.

Ця література також включається до складу стенду для, з одного боку, виключення недоцільної трати часу на вирішення технічних питань, з іншого боку, для розвитку та закріплення навичок по самостійній роботі з літературою при вирішенні інженерних задач.

**АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН  
В ГІРСЬКОМУ МАСИВІ ІЗ ФЕРОМАГНІТНИХ ПОРІД**

Оптимізація процесу буріння ґрунтується на свердловинних вимірюваннях характеристик феромагнітних гірських порід із застосуванням визначення параметрів пружних коливань, які формуються безконтактним способом безпосередньо в зоні знаходження робочого бурового інструменту. Для цього використовується акустичний перетворювач електромагнітного типу. Він являє собою розподілену структуру, що складається з джерела постійного магнітного поля, джерела змінного магнітного поля і деякого об'єму феромагнітного компонента гірської породи, де відбуваються процеси перетворення енергії електромагнітного поля в енергію пружних коливань частинок середовища. У режимі генерації пружних збурень перетворювач електромагнітного типу за рахунок магнітострикційного ефекту та пондеромоторної дії електромагнітного поля реалізує перетворення електромагнітних сигналів у пружні коливання феромагнітної гірської породи. В певній точці феромагнетику з координатами  $x_k$  формується постійне магнітне поле з напруженістю  $H^0(x_k)$  і змінне (в результаті впливу електромагнітного імпульсу певної амплітуди, тривалості і частоти) з напруженістю  $H^*(x_k, t)$  в момент часу  $t$ . В області існування магнітних полів  $H^*(x_k, t)$  і  $H^0(x_k)$  у феромагнетику формуються деформації. Енергія в зоні формування деформацій передається далі пружними хвилями. Таким чином акустичний перетворювач електромагнітного типу формує пружні коливання безпосередньо в зоні вимірювань характеристик феромагнітних порід гірського масиву. Оскільки при цьому відсутні будь-які проміжні елементи для передачі сформованих пружних коливань в середовище, то і відсутні похибки процедури вимірювань його характеристик, обумовлені цими факторами. Амплітуда і частота сформованих пружних акустичних коливань залежить від вмісту і структури розподілу феромагнітного компонента в гірській породі, фізико-механічних характеристик і стану гірського масиву. Приймач акустичних коливань в визначений момент часу  $t$  приймає сформований в гірському масиві сигнал. Амплітуда прийнятого сигналу характеризує амплітудне значення вмісту феромагнітного компонента в зоні вимірювань: чим більше концентрація феромагнетику, тим вище ефективність перетворення енергії електромагнітного імпульсу в механічну енергію деформації гірської породи і, відповідно, амплітуда пружних коливань, сформованих в гірському масиві. Електромагнітний акустичний перетворювач та приймач знаходяться у свердловинному зонді, який розміщується в забійному вузлі колони бурильних труб над буровим інструментом. Для оцінки середнього значення вмісту феромагнітного компонента в контрольованій області гірського масиву вимірюють середнє значення амплітуді  $A_{cp}$  сформованих та прийнятих приймачем пружних коливань. Середнє значення швидкості зміни амплітуди  $dA_{cp}/dt$  сформованих пружних коливань у гірському масиві характеризує структуру розподілу феромагнітного компонента в гірській породі та її фізико-механічні характеристики. Для зменшення залежності цієї характеристики від збурюючих факторів визначається відношення вимірних значень  $S = (dA_{cp}/dt) A_{cp}^{-1}$ .

Величина  $S$  є усередненою характеристикою вмісту і структури розподілу феромагнітного компоненту в гірській породі та її фізико-механічних характеристик, тобто мінералогічного складу гірського масиву. Зазвичай для розроблюваних родовищ характерна наявність 5-10 мінералогічних різновидів. Для того, щоб на підставі отриманих результатів вимірювань ідентифікувати мінералогічний різновид досліджуваної феромагнітної гірської породи попередньо проводять аналогічні вимірювання на еталонних зразках. В залежності від визначеного значення величини  $S$ , тобто відповідно до визначених фізико-механічних характеристик і стану гірського масиву (його мінералогічного складу), корегують швидкість обертання робочого бурового інструменту. Це дозволяє обрати швидкість обертання робочого бурового інструменту, яка забезпечує оптимальне співвідношення між механічною швидкістю проходки, технічним станом та зносом бурового обладнання.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє підвищити точність керування процесом буріння за рахунок обґрунтованого вибору швидкості обертання робочого бурового інструменту в залежності від характеристик гірською породи. Для його використання не треба додатково проводити картаж свердловин, а також не потрібна наявність свердловинної рідини, чи спеціальних додаткових пристроїв для введення пружних коливань у гірський масив, що сприяє розширенню сфери його застосування.

## ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТРАЙБАПАРАТОМ НА СОРТОПРОКАТНИХ СТАНАХ ПЕРЕД МОТАЛКОЮ ТИПА ГАРРЕТА

Задачею трайбапарата є надійне транспортування прокату до моталки за рахунок сил тертя між прокатом і роликками трайбапарата, і її рішення не залежить від форми калібру. Використання профільованих роликків у трайбапараті дозволяє лише знизити величину змінання поперечні прокату роликками трайбапарата, необхідну для створення необхідного зусилля транспортування, тобто зменшити негативний вплив трайбапарата на профіль прокату.

Іншим параметром настроювання трайбапарата є коефіцієнт випередження трайбапарата.

Задачі й алгоритм керування трайбапаратом впливає з технологічних задач, розв'язуваних трайбапаратом у процесі змотування сортового прокату.

До основних технологічних задач відноситься:

1. Надійне захоплення і транспортування прокату до моталки.
2. Виключення «нагону» прокату між трайбапаратом і моталкою при виході прокату з випускної кліті.
3. Створення натягу прокату на ділянці між трайбапаратом і моталкою до виходу прокату з трайбапарата.

Простий аналіз технологічних задач дозволив сформулювати наступні правила керування швидкістю обертання трайбапарата (точніше – керування завданням коефіцієнта випередження  $K_{тр}$ ):

1. Перед і при захопленні прокату трайбапаратом – гарантоване  $K_{тр} > 1$  з урахуванням динамічного падіння швидкості обертання трайбапарата при захопленні прокату.
2. У процесі транспортування прокату до моталки –  $K_{тр} \rightarrow 1$  при гарантованому  $K_{тр} > 1$ .
3. У процесі захоплення прокату моталкою –  $K_{тр} > 1$ .
4. У процесі змотування прокату – не допускати роботу поблизу точки  $K_{тр} = 1$  для виключення ривків натягу на ділянках моталка - трайбапарат, трайбапарат - випускна кліть через зміну знака транспортуючої сили трайбапарата.
5. У момент виходу з випускної кліті й у процесі змотування задньої ділянки прокату до виходу з трайбапарата –  $K_{тр} \rightarrow 1$  при гарантованому  $K_{тр} < 1$  для створення максимально можливого натягу на ділянці трайбапарат - моталка.

У свою чергу, аналіз приведених правил показує, по-перше, необхідність ідентифікації швидкості обертання трайбапарата, при якій, при відомій швидкості обертання привода кліті, має місце  $K_{тр} = 1$ , по-друге, визначення динамічного падіння швидкості обертання трайбапарата при захопленні прокату роликками.

Незважаючи на те, що технологією задається коефіцієнт випередження трайбапарата –  $K_{тр}$  безпосереднє завдання швидкості обертання трайбапарата формується шляхом завдання коефіцієнта пропорційності швидкості обертання трайбапарата, швидкості обертання випускної кліті –  $K_{дв\_тр}$ :

Зрозуміло, значення  $K_{дв\_тр}$  при  $K_{тр} = 1$ , легко одержати розрахунковим шляхом, однак, через вироблення калібрів як роликків трайбапарата, так і валків випускної кліті, погрішність такого розрахунку може досягати 5% і більш, що, у даний час, змушує завищувати/занижувати коефіцієнт випередження трайбапарата щодо його раціональних значень.

Так, перед початком прокатки оператор установлює коефіцієнт випередження трайбапарата порядку 15% щоб компенсувати, як динамічне падіння частоти обертання привода трайбапарата при захопленні роликками прокату, так і неточність розрахунку швидкості обертання трайбапарата при  $K_{тр} = 1$ .

Найбільш простий спосіб ідентифікації частоти обертання трайбапарата, що відповідає  $K_{тр} = 1$ , може бути запропонований для випадку, коли трайбапарат не є реверсивним, так при переверненні трайбапарата в гальмовий режим, момент трайбапарата буде визначати натяг прокату перед моталкою після виходу прокату з випускної кліті.

## МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЧАСТИНОК ТВЕРДОЇ ФАЗИ ПУЛЬПИ ПІД ВПЛИВОМ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ

Для контролю параметрів керування технологічним процесом збагачення розроблено ряд методів і засобів, що дозволяють здійснювати вимір характеристик рудного матеріалу в технологічних потоках лінії збагачення на основі використання результатів ультразвукових вимірювань [1-2].

Поширення високоенергетичного ультразвуку супроводжується цілим рядом ефектів, що характеризуються залежністю від амплітуди хвилі. Наявність так званих нелінійних ефектів істотно змінює картину поширення інтенсивної ультразвукової хвилі. Під впливом потужного ультразвуку в рідкому середовищі виникають акустичні потоки, під дією яких відбувається інтенсивне перемішування пульпи.

Ультразвукові перетворювачі, які зазвичай використовуються в цих цілях, працюють у воді на частотах, які перевищують 1 МГц, що призводить до довжин хвиль близько 1 мм або менше. Оскільки використовувані типові розміри частинок пульпи аналогічні довжині хвилі, сили акустичного випромінювання зазвичай використовуються для розподілу або переміщення дрібних частинок усередині технологічних агрегатів.

У даній роботі представлена математична модель для визначення траєкторії руху частинок при впливі ультразвукових хвиль. У математичній моделі припускають, що обсяг частинок малий у порівнянні з об'ємом рідини. В цьому випадку можна вважати, що рух частинки не створює потоку рідини. Також передбачається, що амплітуда акустичної хвилі недостатньо велика, щоб викликати акустичний потік.

На частинку пульпи діють наступні сили: сила тяжіння, плавучість, в'язкі сили і тиск акустичного випромінювання, обумовлені рухомою хвилею. Щоб не обмежувати модель невеликим діапазоном розмірів частинок, в'язкі сили, що діють на вимірювальну посудину, моделюються емпіричним співвідношенням коефіцієнта опору, яке справедливо для широкого діапазону чисел Рейнольдса. Для побудови математичної моделі необхідні дані тиску ультразвукового поля випромінювача. Тиск ультразвукового поля розраховується експериментально за допомогою каліброваного гідрофону, вихідна напруга з якого подавалася через підсилювач на вольтметр і осцилограф.

Траєкторії руху частинок отримані за допомогою CCD-матриці. Моделювання виконано з використанням Matlab, і для визначення траєкторій частинок використовувалося тривалий час витримки.

Після визначення траєкторій частинок для різних початкових положень, був використаний чисельний метод для визначення траєкторій частинок при різних значеннях пікової напруги збудження перетворювача (40, 60, 80 і 100 Vpp).

Передбачається, що збільшення напруги збудження недостатньо, щоб викликати нелінійне поширення. Ця гіпотеза дозволяє визначати акустичне поле без вимірювання акустичного поля для різних напруг збудження. Для перевірки чисельної моделі використовувалася експериментальна установка. Експериментальні траєкторії були отримані шляхом віднімання зображення без частинок з зображенням з частинками. Через складність укидання частинки точно в центр ультразвукового перетворювача було укинуто багато частинок замість однієї. Підтверджено, що частинки з більшою траєкторією відхилення були в центрі ультразвукового перетворювача.

Експериментальні та змодельовані результати показують, що рухомі ультразвукові хвилі можуть використовуватися в маніпуляціях частинками і ультразвуковому розподілі замість класичного підходу використання стоячих хвиль.

### Список літератури

1. **Morkun V.** Estimation of the crushed ore particles density in the pulp flow based on the dynamic effects of high-energy ultrasound / **V. Morkun, N. Morkun** // Archives of Acoustics. – 2018. – № 43(1). – P. 61-67.
2. **Morkun V.** Study of the lamb waves propagation along a plate in contact with a randomly inhomogeneous heterogeneous medium / **V. Morkun, N. Morkun, V. Tron, S. Hryshchenko** // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – № 1(5-91). – P. 18-27. {Scopus}.

**КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ КЕРУВАННЯ ГАЗО-ПОВІТРЯНИМИ ПОТОКАМИ  
КОНВЕЕРНОЇ ВИПАЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ**

Існуюча технологія виготовлення залізородних обкотишів потребує економічного спалювання палива і раціональне використання атмосферного повітря, що не завжди забезпечується на існуючих фабриках огрудкування. Суттєво впливають на виготовлення обкотишів процеси температурного і газодинамічного режимів, що діють у кожній зоні конвеєрної випалювальної машини (КВМ). На ці режими суттєво впливає перерозподіл газо-повітряних потоків по технологічним зонам КВМ: сушіння, попередньому нагрівання, випалювання, рекуперації і охолодження.

Тому збереження енерговитрат є актуальним питанням сьогодення при модернізації працюючих КВМ. Для рішення цієї задачі найкращим варіантом є керування процесом газо-повітряних потоків за допомогою тягодуттьовими пристроями КВМ і SCADA системи побудованої на основі програмного середовища LabView. За допомогою цього середовища пропонується графічний підхід до програмування і будується система автоматизованого керування із застосуванням інтерфейсу зв'язку між комп'ютером та керуючим пристроєм.

Керування процесом газо-повітряних потоків КВМ виконано у функціях температур газо-повітряних потоків, що відходять із технологічних зон випалювання і рекуперації. Програмне забезпечення SCADA системи розроблено у LabView і встановлено на комп'ютері. Для зв'язку використовується порт USB, який працює за принципом COM-порту, через який передаються дані між мікроконтролером та комп'ютером. У LabView використовується бібліотека VISA, яка дозволяє послідовно відправляти та приймати дані від мікроконтролера. Система працює за принципом, що комп'ютер є головним і через USB відправляє команди мікроконтролеру, який повинен їх виконувати та відправляти комп'ютеру відповідь за необхідності. Якщо команди від комп'ютера не надходять, то мікроконтролер не виконує ніяку передачу даних. Мікроконтролер має програму для керування газоповітряних потоків за допомогою тягодуттьовими пристроями КВМ. Одна з команд виконує перевірку на надходження даних із комп'ютера, у яких повинні бути команди, що потрібно виконати. Команди, які надходять від комп'ютера завчасно визначені і мають свої номери, за якими ідентифікуються мікроконтролером, а потім виконуються. Якщо команда потребує данні у відповідь, то комп'ютер очікуватиме обробку команди мікроконтролером та відповідних даних. Основну роботу, щодо керування: виконує мікроконтролер, він вирішує коли змінювати режим, знімати дані та інше. З'єднання з комп'ютером використовується для передачі даних або зміни режиму роботи. Режим роботи обирається вручну на SCADA системі або на панелі управління. Як тільки мікроконтролер отримує команду будь-яким із цих способів, він не виконує її негайно, а запам'ятовує, що потрібно змінити у роботі системи. Так, як зміни режиму роботи, зміни швидкості двигуна потребують виконання не одної простої дії, функції, що забезпечують цю властивість виконуються у певному порядку у циклічній роботі мікроконтролера і можуть не знаходитись поряд з функціями, щодо обробки команд від комп'ютера або панелі керування.

Така робота дозволяє завжди виконувати зміни у роботі системи лише в одному місті, що знижує ризики на конфліктні ситуації, що можуть виникнути при зміні роботи системи, що підвищує стабільність роботи системи та зменшує імовірність виникнення не бажаних ситуацій при роботі. Використання системи роботи, коли комп'ютер відправляє команди, а мікроконтролер повинен їх виконувати та відправляти дані у відповідь, обґрунтовується тим, що команди від комп'ютера виконуються рідше ніж внутрішні команди системи. Так команди від комп'ютера надходять кожні 200 мс, чого достатньо для відображення роботи системи, а виконання внутрішнього циклу мікроконтролера займає 20 мс.

*Список літератури*

1. Lobov V. Energy-saving technologies and equipment / V.Lobov, K. Lobova, O. Mytrofanov, V. Mytrofanov // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Том 2, № 8 (92) (2018).

К.В. НИКОЛАЕНКО, канд. тех. наук, доцент, Ю.О. МАРУЩАК, магістр,  
Криворізький національний університет

### ТЕХНОЛОГІЯ ДОЗБАГАЧЕННЯ ПЕРЕРОБЛЕНОГО ДОМЕННОГО ШЛАКУ

Підприємства гірничо-металургійного комплексу (ГМК), враховуючи сировинну базу залізних руд, розвинуту мережу промислових підприємств з їх видобутку та збагачення, металургійних підприємств з виробництва чавуну і сталі, заводів з виготовлення труб та іншої металевої продукції, безумовно, є і будуть залишатися стратегічним промисловим потенціалом країн виробників, що забезпечує велику долю фінансових надходжень до бюджету цих країн.

У світі, вичерпання запасів розроблюваних родовищ, для численних гірничо-видобувних та металургійних підприємств, техногенні об'єкти можуть стати пріоритетними, а в деяких випадках й єдиними джерелами мінеральної сировини. Накопичена величезна кількість відходів збагачувальної та металургійної промисловості, які зосереджуються у відвалах, хвостосховищах, балках, відстійниках.

Цілеспрямованість проведення даної роботи пов'язана з розширенням сировинної бази металургам за рахунок залучення до переробки техногенних покладів уже перероблених доменних шлаків виробництва чорних металів, які при цьому ще вміщують металеву фазу та оксиди заліза. За своїми хімічними і фізичними властивостями металургійні шлаки, не можуть бути ефективно використані в не переробленому вигляді, як в металургійних процесах, так і в господарській діяльності. Тому в залежності від напрямку використання шлаків застосовують різні технологічні прийоми їх переробки і збагачення. У теперішній час шлаки переробляють в основному в твердому стані.

За традиційною технологією переробки, шлак зливають в траншеї, де його охолоджують. Потім здійснюють його поетапне дроблення, сортування за фракціями 200-100, 100-50, 50-20, 20-0 мм і вилучення «сухою» магнітною сепарацією з нього скрапу. Збіднений за вмістом заліза матеріал складається у відвали. При цьому ступінь вилучення скрапу і чистота мінеральної складової багато в чому залежить від типу і характеристик обладнання технологічних комплексів.

Метою дослідження є розробка технології для збагачення вже переробленого доменного шлаку крупністю 50-0 мм, для отримання з нього залізозмісного концентрату зі вмістом заліза загального не менше 62 %.

Проведеними мінералогічними та технологічними дослідженнями залізозмісного доменного шлаку, крупністю 50-0 мм, встановлено, що:

- шлак, що досліджується, складається зі силікатного скла (52,4 %), оксидів заліза (34,1 %) і металу (13,5 %);
- склад матеріалу фракцій шлаку, найчастіше представлений зростками силікатного скла і агрегатів металу, оксидів заліза. Виділення металу сферичної або краплеподібної форми розміром від менш 0,001 до 0,7 мм, окремі включення досягають 2 мм;
- для ефективного розподілу рудної і нерудної складових шлаку доцільно його дробити до проміжної крупності та збагачувати, для скидання в хвості основної маси силікатів, з подальшим подрібненням та дозбагаченням отриманого промпродукту;
- з урахуванням того, що рудна фаза представлена оксидами заліза та металом, для збагачення доцільно використовувати магнітний метод;
- для отримання із вихідної сировини якісного залізозмісного концентрату необхідно проводити збагачення шлаку з використанням «мокрої» магнітної сепарації.

Розроблена технологія «мокрого» магнітного збагачення, з поетапним дробленням до крупності 5-0 мм та подрібненням до 0,1-0 мм, з подальшою класифікацією за класами 0,1-0,071 та 0,071-0 мм і магнітною сепарацією даних фракцій на сепараторах з магнітним полем 0,3 Тл.

За даною технологією, з вихідної сировини зі вмістом заліза загального 39,6 % можливо отримати концентрат зі вмістом заліза загального 62,2 % при його виході 50,2 % та вилученні 78,8 %. При цьому в процесі збагачення утворюються хвості зі вмістом заліза загального 16,8 %. Виконано розрахунок водно-шламової схеми та основного технологічного обладнання.

Отже, використання даної технології дозволяє залучати до переробки збіднений доменний шлак, та отримати з нього якісний залізозмісний концентрат для металургійного переділу.



Е.В. ЧАСОВА, канд. хім. наук, доцент, О.В. ДЕМЧИШИНА, канд. хім. наук, асистент,  
Криворізький національний університет

## ВИЗНАЧЕННЯ АСПАР В ПРОМИСЛОВИХ СТИЧНИХ ВОДАХ

Гірничовидобувна та гірничо-металургійна промисловість належить до найбільш важливих факторів антропогенного впливу на навколишнє середовище. Негативний вплив перш за все пов'язаний з забрудненням природних вод. У процесі видобутку, збагаченні та переробки корисних копалин використовується велика кількість води. Це призводить до значного збільшення стічних вод, в яких окрім важких металів присутні токсичні речовини, синтетичні поверхнево-активні речовини, сульфати, хлориди, завислі речовини. Можливість забруднення відповідними речовинами поверхневих вод скидами недостатньо очищених промислових, шахтних, кар'єрних стічних вод є великою. Тому, очищення водного середовища від таких речовин є актуальним і складним завданням. Вимоги, які пред'являються до якості стічних вод, що надходять до водойм, вимагають використання різних методів і технологій очищення. Виділяють наступні методи очищення стічних вод, які можна поділити на чотири групи: механічні (усереднення, процежування, відстоювання, фільтрування), хімічні (нейтралізація, окисні методи, відновні методи), біологічні (аеробне окиснення, біофільтри), фізико-хімічні методи (флотація, сорбція, електрохімічні, екстракція, іонний обмін, термічні методи) [1]. Зважаючи на те, що дані методи передбачають використання дорогих матеріалів і речовин, недосконалість систем зворотного водопостачання та очисних споруд підприємств, існує можливість потрапляння забруднюючих речовин у природні води.

Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), а саме аніонні поверхнево-активні речовини які активно використовуються в збагаченні корисних копалин, є найбільш розповсюдженими забруднювачами природних вод. Вони представляють велику групу сполук, відносяться до різних класів та мають різну структуру. Ці речовини здатні адсорбуватися на поверхні розділу фаз і знижувати внаслідок цього поверхневу енергію (поверхневий натяг). Аніонні поверхнево-активні речовини - це сполуки, які у водних розчинах дисоціюють з утворенням аніонів (негативно заряджених іонів), що обумовлюють поверхневу активність. На частку аніонних з усіх вироблених ПАР припадає понад 70 %. [2].

Найбільш неприємною властивістю СПАР є їх здатність до піноутворення. У піні на поверхні водойми концентруються як самі СПАР, так й інші забруднюючі речовини і мікроорганізми, в тому числі патогенні. При наявності піни в водоймах погіршується аерація води, наслідком чого є уповільнення процесів самоочищення, пригнічення діяльності гідробіонтів.

У теперішній час розроблено багато методів визначення аніонних поверхнево-активних речовин: титриметричні, потенціометричні, флюорометричні, хроматографічні, спектрофотометричні. Але, серед перелічених методів найбільш простим, економічним та чутливим є фотометричний метод визначення.

Нами розглянута можливість визначення аСПАР з малахітовим зеленим фотометричним методом. Аналіз води проводили на фотоколориметрі КФК-2 з товщиною кювети  $l = 20$  мм з світлофільтром №7 (670 нм), який визначили як оптимальний для цього аналізу при рН 5. рН розчинів контролювали на рН-метрі рН-150 мА. Кислотність середовища створювали за допомогою ацетатного буферного розчину. Вимірювали оптичну густину відносно розчину порівняння, який містив усі компоненти, окрім аСПАР. В якості аСПАР для побудови градуіровачного графіку використовували додецилсульфонат натрію ( $C_{12}H_{25}SO_3Na$ ) з концентрацією 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Малахітовий зелений мав концентрацію  $C_M = 1 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>.

Отже, проведені дослідження показали, що метод фотоколориметричного визначення аСПАР у воді відрізняється достатньою точністю, відтворюваністю та простотою у виконанні. Тому може бути рекомендований для аналізу аСПАР у стічних водах.

### Список літератури

1. Долина, Л.Ф. Сточные воды предприятий черной металлургии и способы их очистки : справочн.пособ. / Л. Ф. Долина. - Дн-ськ, 1998. - 44 с.
2. Алыков Н. М. Поверхностно-активные вещества и флокулянты в объектах окружающей среды. / Н. М. Алыков, Т. В. Алыкова, - Астрахань, 2011. - 107с.

О.В. БУЛАХ, канд. тех. наук, доцент, Н.Ю. МИРОНОВА, магістрант,  
Криворізький національний університет

## **ВИВЧЕННЯ ЗБАГАЧУВАНOSTI ЗМІШАНИХ РУД З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ ВИСОКИХ ПОКАЗНИКІВ ЗБАГАЧЕННЯ**

У багатьох регіонах країни залізорудні підприємства та організації, що їх обслуговують є містоутворюючими і забезпечують до 80 % робочих місць. Криворізький залізорудний басейн є основою всієї гірничодобувної промисловості, так як в ньому широкими темпами видобуваються і збагачуються на п'ятьох гірничо-збагачувальних комбінатах магнетитові кварцити, а руди, що мають часткове окиснення, з масовою часткою магнетиту в межах 5 – 15 % у теперішній час складаються, створюючи при цьому складну екологічну ситуацію в місті.

Основними мінералами, що визначають промислову цінність залізорудних родовищ, є магнетит, гематит, мартит, гетит. Співвідношення цих мінералів у змішаних (напівокислених) залізних рудах коливається в широких діапазонах у залежності від фізико-хімічних процесів метаморфогенного рудоутворення, внаслідок чого немає промислового використання даного типу руд у гірничозбагачувальній галузі України.

Застосовувані у цей час технології переробки залізорудної сировини в Україні та СНД вимагають вдосконалення, що зумовлено складною рудною базою розроблюваних родовищ і невисокою конкурентоспроможністю одержуваних концентратів.

Рішенням цього завдання є збільшення повноти і комплексності використання залізорудної сировини, зниження витрат на її переробку шляхом впровадження нових технологій та економічних рішень та їх поєднання.

Головною умовою використання нових технологічних рішень при переробці змішаних залізних руд є дослідження закономірностей їх подрібнення, розкриття рудних і нерудних мінералів, магнітної сепарації для визначення оптимальних режимів та параметрів цих процесів для забезпечення максимального вилучення всіх рудних мінералів.

Для експериментальних досліджень були представлені проби змішаних залізних руд. Дані проби належать до тонковкраплених магнетит-гематитових руд, після вивчення складу яких визначено необхідність повного розкриття рудної фази та подальшу збагачуваність тонкоподрібнених продуктів.

Уже на першому етапі досліджень в пробах, дроблених до крупності 3- 0 мм спостерігається підвищене утворення шламів. Масова частка шламів коливається від 5,1 % до 8,6 %. Більшою мірою до шламоутворення схильні магнетит-гематитові різновиди руд.

При подрібненні проб до прийнятої крупності першої стадії рудопідготовки 70 % класу - 0,074 мм масова частка шламистих частинок у пробах збільшилася до 15 – 19 %, а при подрібненні до крупності 95 – 96% класу - 0,044 мм, масова частка дисперсних частинок збільшується до 25 – 26 %. Відомо, що утворені дисперсні частинки рудних і нерудних мінералів негативно впливають на подальший збагачувальний переділ [1,2].

На підставі вивчення речовинного складу проб та їх шихти, подрібнюваності та магнітної сепарації вихідної руди, подрібненої до різної крупності визначено схеми їх переробки. Встановлено, що за даними схемами можливо отримати концентрат зі вмістом заліза 63,5 – 65,3 % при вилученні 65,3 – 75,3 %. Така різниця в показниках пояснюється речовинним складом проб, величиною вкрапленості, взаємним проростанням мінералів магнетиту і гематиту, а також інтенсивністю шламоутворення. На шихті, складеної з досліджуваних проб, отримано проміжні результати.

### *Список літератури*

1. **Грицай Ю.Л.** Исследования по закреплению дисперсных рудных минералов на поверхности кварца при измельчении железистых кварцитов /Ю.Л. Грицай, М.В. Педан, З.Ф. Герасимова // Обогащение руд черных металлов. – М.: Недра, - 1980. – С.3-9.

2. **Тарасенко В.Н.** Совершенствование процесса извлечения рудных минералов при магнитном обогащении гипергенно-измененных железистых кварцитов Кривбасса / **В.Н. Тарасенко, В.Н. Кравцов, Н.К. Кравцов** // Геолого-мінералогічний вісник. – Кривий Ріг: КТУ. – 2000. - № 1-2 (3-4). С. 100 – 104.

О.В. БУЛАХ, канд. тех. наук, доцент, Є.В. ДОРОШЕНКО, магістрант,  
Криворізький національний університет

### **ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗБАГАЧЕННЯ БІДНИХ ГЕМАТИТОВИХ РУД КРИВБАСУ**

Останнім часом виникає все більший інтерес до переробки гематитових руд, які вимагають більш раціональних схем збагачення. Для вирішення даної проблеми необхідно розробити ефективний і в той же час рентабельний метод переробки, який повинен відповідати наступним вимогам: простота технології, простота обладнання, низька енерго- і матеріалоемність. Витрати на збагачення руд з надлишком окупаються завдяки великій економії палива, сировини і флюсів при виплавці металів зі збагачених концентратів, а також значного скорочення витрат при виробництві обкотишів та агломерату.

За останні 20 років розробка високоефективної технології збагачення окислених залізистих кварцитів з отриманням концентратів з масовою часткою заліза 62 % і більше стала технічною необхідністю. Практика вітчизняної металургії і техніко-економічні розрахунки показують, що підвищення масової частки заліза в концентраті до 64–65 % забезпечить високу рентабельність всього комплексу металургійного переділу.

У теперішній час у Кривбасі разом з магнетитовими видобуваються і гематитові кварцити, які практично не збагачуються через недосконалість технології їх переробки. Рішенням даної проблеми є розробка або вдосконалення технології збагачення гематитових кварцитів з урахуванням новітніх розробок як у вітчизняній, так і закордонній практиці. У цій ситуації саме розробка високоефективної технології рудопідготовки і подальшого збагачення залізородної сировини в умовах існуючого технологічного обладнання є досить актуальним науково-практичним завданням не тільки для Кривбасу, але і для України в цілому.

Підвищення якості залізородного концентрату є одним з основних резервів покращення техніко-економічних показників. Основним методом переробки цього типу руд є магнітна сепарація у сильному полі. Але для зниження втрат заліза з хвостами та підвищення ефективності магнітного збагачення особливу увагу слід приділити процесу рудопідготовки через велику ймовірність шламоутворення.

Для забезпечення високого ступеня розкриття рудних і нерудних мінералів, що мають широкий діапазон міцності, запропоновано комбіновану технологію рудопідготовки із застосуванням як механічного подрібнення, так і зниження міцності нерудних мінералів з використанням реагентів. Обробка реагентами безпосередньо мінералів сприяє більш високій ефективності їх використання та одночасно забезпечує високий ступінь очистки поверхні рудних мінеральних зерен від дисперсних частинок нерудних мінералів.

Для покращення процесу рудопідготовки та подальшого збагачення залізородної сировини проводилися дослідження шляхом направленої зміни властивостей мінералів. Для модифікування поверхневих та об'ємних властивостей мінералів, зниження міцнісних властивостей при подрібненні і підвищення їх контрастності при збагаченні проводилися дослідження з використанням різних видів енергетичних впливів – радіаційних, плазмених, енергії прискорених електронів, ультразвукових, електрохімічних та інших [1, 2].

Однак, використання тих чи інших методів впливу на мінеральні різновиди потребує більш індивідуального підходу з урахуванням особливостей технології переробки даного типу руд.

Отже, у зв'язку зі зменшенням запасів багатих магнетитових руд зростає світовий попит на концентрати, отримані з бідних гематитових руд. Для виробництва таких концентратів потрібно вдосконалення технологій рудопідготовки методом кульового подрібнення і магнітного збагачення.

#### *Список літератури*

1. **Юсупов Т.С.** Направленное изменение свойств минералов в условиях переработки минерального сырья на основе механического активирования / **Т.С.Юсупов** // Новые процессы в комбинированных схемах обогащения полезных ископаемых. – М.: Наука, 1989. – С. 202–207.
2. **Зимин А.И.** Активизация агрессивной среды при мокром измельчении / **А.И.Зимин, Л.А.Минухин** // Изв. вузов. Горный журнал. – 2003. – № 5. – С. 128–134.

**ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПЕРЕРОБКИ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ**

Переробка твердого палива пов'язана зі значним виходом мінеральних відходів. На сьогоднішній день у відвалах чотирнадцяти ТЕС України акумульовано 358,8 млн т золошлаків які займають площу 3170 га і є джерелами несприятливої екологічної обстановки в регіонах. Щорічно збільшується вартість транспортування золи і шлаків ТЕС у відвали, вартість будівництва золовідвалів та їх реконструкції.

Тривалий час вважалося, що мінеральні компоненти твердого палива є баластом при його переробці, тому відходи прямували у відвали, що тягло за собою зростання обсягів золовідвалів, спорудження яких пов'язане з відчуженням орної землі, вимагало великих капітальних витрат і порушує природний екологічний баланс.

Зола і шлаки утворюються в результаті термохімічних перетворень неорганічної частини палива і розрізняються за хіміко-мінералогічним складом, фізико-механічними властивостями в залежності від виду палива і його походження. Зола більшості видів палива на 98-99 % складається з вільних і пов'язаних хімічних сполук оксидів кремнію, заліза, алюмінію, кальцію, магнію, калію, натрію, титану, сірки. З мікрокомпонентів у золі містяться: бор, молібден, германій, галій, уран, миш'як, ванадій, ртуть, цинк та інші. Враховуючи речовий склад і фізико-механічні характеристики мінеральних частин згорілого палива, відходи ТЕС можна розглядати як складну техногенну 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. Використання ЗШВ у США становить 22 %, у Китаї – 25 %, у країнах ЄС – 90 %. У Німеччині функціонує найбільша на європейському континенті фірма з використання зол ТЕС-Bau Mineral (BM). Створено та діє Технічна Спілка споживачів побічного продукту ТЕС .

Області використання: добавки в бетон, розчин, цемент, силікатні вироби, виробництво цегли, підземне і дорожнє будівництво .

Одним з найбільш перспективних напрямків переробки золошлакових відходів є виробництво з них пористих заповнювачів для легких бетонів. Дрібний заповнювач замінюється золою. В якості заповнювачів застосовують щебінь з паливних шлаків, аглопорит на основі золи, зольний випалювальний і безвипалювальний гравій та глинозольний керамзит. Розробка технології виробництва випалювального і безвипалювального зольного гравію, дозволяють використовувати практично будь-які золи, одержані від спалюванні різних видів вугілля.

Встановлена ефективність введення золи до 20-30 % замість цементу при виготовленні бетонів і розчинів. Особливо доцільно введення золи в бетон гідротехнічних споруд. Золошлакові відходи використовують для виробництва силікатної цегли, при цьому витрата вапна знижується на 10-50 %, піску на 20-30 %. Така цегла має більш низьку щільність, ніж звичайна. Паливні зола і шлак застосовуються в якості вигоряючих добавок у виробництві керамічних виробів на основі глинистих матеріалів, а також в якості основної сировини для виготовлення зольної кераміки. Зі золошлаків отримують мікросфери – унікальний матеріал, який вже більш як 30 років використовується в різних галузях сучасної промисловості. Завдяки хімічному складу мікросфери використовуються в органічних розчинах, кислотах або лугах без втрати властивостей, а також не втрачають властивостей при температурах, перевищуючих 980°C. Застосування золошлаків у сільському господарстві покращує агрофізичні властивості ґрунту, поповнює її макроелементний склад, покращує пористість, нейтралізує кислотність. Золошлаки містять домішки багатьох цінних елементів, включаючи рідкісні землі і дорогоцінні метали. При спалюванні вугілля їх процентний вміст у золі зростає в 5-6 разів і становить промисловий інтерес.

На території України середньорічний вихід шлаків досягає 14 млн. т. і у зв'язку з погіршенням якості палива має тенденцію до зростання.

Тому залучення золошлакових відходів до переробки є актуальною темою на сьогоднішній час. Подальші дослідження направлені на розробку комплексної технології переробки золошлаків.

Н.В. КУШНІРУК, канд. тех. наук, доцент, О.В. ДЕМЧИШИНА, канд. хім. наук,  
Ю.С. САЄНКО, магістрантка, Криворізький національний університет

### **ВИКОРИСТАННЯ ПАР ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ ВОЛОГИ У МАГНЕТИТОВОМУ КОНЦЕНТРАТІ ПРАТ «ПІВНГЗК»**

За рік в Україні виробляється понад 100 млн.т. залізорудного концентрату, що є продуктом збагачення залізних руд. Залізні руди збагачуються у водному середовищі, тому продукти збагачення містять воду у кількості 30-90 %. Для подальшого транспортування чи металургійної переробки вода з них повинна бути видалена одним з процесів зневоднення.

Традиційним методом зневоднення магнетитового концентрату - фільтрація.

Підвищення якості залізорудних концентратів з існуючої початкової сировини пов'язане з повнішим розкриттям мінеральних зерен, тобто з доподрібненням. Це приводить до збільшення питомої поверхні концентратів до 180-200 м<sup>2</sup>/кг і більш. Концентрати з такою питомою поверхнею відносяться до важко-фільтрованих. При їх зневодненні на устаткуванні (дискових вакуум-фільтрах), що діє, вологість кека досягає 10,4-12 %.

Враховуючи високі вимоги за вмістом вологи в концентраті для виробництва обкотишів 9,2–9,7%, його зневоднення має велике значення.

Тому зниження вологи в готовому продукті є актуальним завданням, яке ставлять перед собою залізорудні комбінати.

Одним з шляхів рішення даної задачі є використання поверхнево-активних речовин у процесі фільтрації.

Досить ефективним заходом поліпшення зневоднення тонко дисперсних – є застосування різних коагулянтів і флокулянтів. Ці речовини викликають агрегування твердих часток тонко дисперсних суспензій, різко збільшують швидкість їх осадження і покращують процес фільтрації. Поведені дослідження показали ефективність дії окремих коагулянтів і особливо поліакриламиду, що є високомолекулярним поліелектролітом.

У Канаді шлами гематито-магнетитової руди селективно флокулюються розчином обробленого крохмалю після диспергуванням порід шламів рідким склом в лужному середовищі при рН 9,5. У згущувачі зважені порідні шлами відділяються від тих, що осіли залізо-вміщуючих флокул.

Для створення лужного середовища при диспергуванні порідних шламів в США використовують каустичну соду (470 г/т), яку подають в млин, куди додають і рідке скло (150 г/т). Для флокуляції оксидів заліза заварений кукурудзяний крохмаль (860 г/т) подають в контактні чани перед згущувачем. У процесі флокуляції видаляють 1/3 всього кремнезему, що міститься в руді.

Використання реагентів, для магнетитового концентрату ПрАТ «ПівнГЗК», розглянемо на прикладі досліджень по інтенсифікації фільтрування залізорудною концентрату виконаних в інституті ПАТ НПП «Механобрчермет».

Для досліджень використовували пульпу живлення вакуум-фільтрів з масовою часткою твердого 60 %, масовою часткою Fe<sub>заг</sub> – 66 %, питомою поверхнею – 180 м<sup>2</sup>/кг.

Дослідження виконувалися на пілотній установці, що моделює фільтрування на дисковому вакуум-фільтрі. Як реагент для зневоднення використовувався ПАР – складний ефір сульфосукцінату в розчині. У ході досліджень були виконані порівняльні випробування з фільтрування пульпи без реагенту і з його застосуванням при різних витратах. Вакуум набору і сушки осаду не змінювався і був максимальним – 80 кПа.

Дослідження показали, що використання даного ПАР дозволяє, при його незначних витратах знижує вміст вологи на 1,5-2 %, при цьому питомі навантаження фільтрування знижуються на 0,1-0,2 % при оптимальних витратах реагенту.

Отже, використання ПАР при зневодненні магнетитового концентрату ПрАТ «ПівнГЗК» дозволить отримати вміст вологи в ньому 9-10 %, при витраті його 100 мл/м<sup>3</sup>. Також доцільно продовжити дослідження з використанням інших ПАР (синтетичних жирних кислот, мив і ін.) для зниження вологи при фільтруванні концентратів з високою питомою поверхнею.

О.Ю. ВАСИЛЬЧУК, В.В. ЗАЄЦЬ, канд. тех. наук, доценти,  
В.В. СЕМЕНЮК, Р.Р. ОКСЕНЮК, асистенти,  
Національний університет водного господарства та природокористування

## **ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПЛАНУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІРНИЦТВІ**

Одним з потужних інструментів збільшення ефективності гірничого виробництва є впровадження комп'ютерних технологій, що дозволяє збільшити оперативність і повноту використання всієї інформації (геологічної, економічної), що є на підприємстві, а також забезпечити якісний рівень ухвалення оптимальних і гнучких управлінських, проектних і планових рішень.

Говорячи про гірничі комп'ютерні технології, можна виділити 4 головних їх переваги:

- повне використання геологічної інформації у всіх вирішуваних завданнях, максимально точний облік руху запасів мінеральної сировини;
- можливість багатоваріантних розрахунків розвитку гірських робіт і отримання оптимальних стратегічних рішень, що дають великий економічний ефект;
- можливість організації автоматизованої системи контролю і управління якістю руди;
- автоматизація створення будь-яких графічних матеріалів.

При цьому первинне введення інформації, створення точних моделей родовищ і мережі існуючих виробок вимагають іноді великих витрат праці і часу, порівняно із звичайними ручними розрахунками. Проте, ці витрати стануть доцільними на подальших етапах роботи.

Усі комп'ютерні програми можна умовно поділити на 3 великих класи за вартістю й доступністю: загальнодоступні програми, які можна отримати безкоштовно в Інтернеті; недорогі або середньої вартості комерційні програми, які пропонують невеликі спеціалізовані компанії, наприклад: RockWare, Golden, Software і т. д.; інтегровані системи, які дозволяють, не виходячи за рамки даного програмного продукту, виконати цілий спектр операцій, починаючи від обробки первинної геологічної інформації і закінчуючи видачею спроектованого кар'єру або шахти.

Недорогі системи не видають надточних результатів, що властиво великим інтегрованим системам. Такі програми не створені для моделювання і планування роботи великих і складних об'єктів. Їх масштаб - малі і середні родовища, а також крупні, але дуже прості поклади.

Великі підприємства можуть використовувати недорогі системи як інструмент для вирішення приватних завдань, наприклад - створення планів ізоліній, геологічних розрізів в окремих частинах родовища, а також для деяких екологічних завдань.

Окрім недорогих програм на комп'ютерному ринку в даний час пропонується понад 10 інтегрованих систем. Звичайний набір функцій інтегрованої системи включає:

- інтерактивна 3-х вимірна графіка і картування;
- статистична і геостатистична обробка інформації;
- тривимірне моделювання геологічних об'єктів і поверхонь;
- проектування відкритих і підземних гірських робіт;
- планування розвитку копалень і календарне планування;
- маркшейдерські розрахунки.

До найбільш поширених у світі інтегрованих гірничих систем відносять:

- Minescape, яка використовується на гірничих підприємствах, що розробляють будь-які типи твердих корисних копалини. Компанія пропонує не тільки комп'ютерні програми, але і готові технічні рішення, розроблені на їх основі;

- Datamine дозволяє фахівцям ефективно вирішувати широкий спектр геологічних, гірських і маркшейдерських завдань. Система складається з ядра і модулів розширення, які вибираються користувачем стосовно своїх потреб.

- Програма Geoblock призначена для гірничо-геологічного моделювання, підрахунку запасів, прогнозування збагачення руди на основі розкриття мінералів і застосування нанотехнологій, управління базами даних і візуалізації просторових змін.

Вона призначена так само для використання на стадії детальної і експлуатаційної розвідки родовищ корисних копалини, при проектуванні і плануванні гірничих робіт, а також для моделювання технологічних процесів, пов'язаних із видобутком і переробкою мінеральної сировини.

**ЗАСТОСУВАННЯ ТОНКОГО ГРОХОЧЕННЯ В УМОВАХ ПІВНГЗК**

Для успішної конкуренції на ринку залізорудної сировини необхідно підвищувати масову частку заліза в концентраті. Існують різні методи підвищення якості концентрату. Найбільш ефективним являється застосування операції флотації в схемі збагачення магнетитових кварцитів, але флотація дуже сильно впливає на екологію, тому в схемах збагачення магнетитових кварцитів встановлюють тонке грохочення, яке підвищує якість концентрату.

Були проведені дослідження на ПІВНГЗК з використання тонкого грохочення для стадіального виведення готового продукту за крупністю перед останньою стадією подрібнення. За даною технологією отримано концентрат зі вмістом заліза 67,2 % і вилученням заліза – 72,1 %, але запропонована технологія вимагала значної реконструкції діючої фабрики.

Тому в нашій роботі ми розглядали можливість застосування тонкого просівання на останній стадії збагачення. Приступаючи до роботи, ми використовували поняття розкриття мінералів. При цьому оцінювали ситові характеристики з розподілом заліза в класах крупності магнетитових продуктів.

Аналіз розкриття зростків мінералів вихідної руди, подрібнений до крупності  $-20 + 0$  мм показав, що кварц починає розкриватися з 2 мм і майже повністю розкривається при крупності менше 0,044 мм. Коефіцієнт розкриття мінералів у пробі руди низький, становить для кварцу 6,44 %, магнетиту – 5,53 %, гематиту – 6,87 %, що стосується інших нерудних компонентів, то карбонати і силікати починають розкриватися з крупності  $-1$  мм і повністю розкриті у фракції  $-0,044 + 0$  мм. Підвищений вміст заліза в тонких класах у вихідній руді, додробленої до  $20-0$  мм, обумовлюється відмінністю в міцності магнетиту і кварцу.

Рудні мінерали характеризуються тим, що верхні класи крупності (більше 0,1 мм) представлені на 99-88 % зростками. Основне розкриття магнетиту і гематиту відбувається в крупності  $-0,074 + 0$  мм. У середньому по пробі розкриття мінералів становить близько 6,23 %.

У ході виконання досліджень встановлено високе розкриття мінералів після третьої та четвертої стадії збагачення. Продукт третьої стадії магнітної сепарації представлено на 80,9 % магнетитом. Вміст нерудних мінералів у пробі 16,85 %. Вільного кварцу до 8 %, він знаходиться в зростках. Коефіцієнт розкриття кварцу – 49,3 %, магнетиту – 78,86 %.

Продукт четвертої стадії магнітної сепарації представлено на 84,97 % магнетитом. Вміст нерудних мінералів у пробі 13,3 %. Вільного кварцу трохи більше 8 %, він знаходиться в зростках. Коефіцієнт розкриття кварцу – 38,22 %, магнетиту – 79,01 %.

Масова частка заліза в концентраті діючої фабрики становить 65 %. Дана якість не задовольняє вимогам ринку до товарної продукції, тому на основі розкриття мінералів розглянуто можливість установки високочастотного грохоту після 4 стадії магнітної сепарації з розсівом за класом 0,045 мм.

У надрешітному продукті присутня значна кількість дрібного класу. Цим 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. У запропонованій схемі передбачена операція розмагнічування, яка застосовується для дефлокуляції частинок у пульпі. Наявність флокул у готовому концентраті, що надходить на тонке грохочення призводить до зниження якості концентрату. Для стабільної роботи тонкого грохоту необхідна операція розмагнічування яка, по-перше, збільшить ефективність грохочення, по-друге звільняє захоплені нерудні зерна з флокулами.

Згідно з результатами проведених досліджень можливо випуск концентрату зі вмістом заліза більше 68,03 %, 26,08 % за виходом і вилученням – 50,19 %. Піски класифікації 15,26 % за виходом з якістю – 63,03 % і вилученням – 27,21 % доопрацьовуються на іншій секції з отриманням концентрату 65,5 %. Вихід концентрату складає 13,74 %, сумарний вихід товарного продукту становить 39,82 % з вилученням 75,65 %.

Н.В. КУШНІРУК, канд. тех. наук, доцент, В.М. КУРИЛО, магістр,  
Криворізький національний університет

## ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ МАГНЕТИТОВИХ КВАРЦИТІВ

Україна володіє значними запасами залізної руди, що становить 30 млрд.т, з яких у Криворізькому залізорудному басейні зосереджено приблизно 18 млрд.т. Що у свою чергу, призвело до утворення гірничо-збагачувальних комбінатів які здійснюють видобуток та переробку даної сировини. У наслідок, тривалої роботи даних комбінатів, а саме понад 50 років, утворилися хвостосховища, що містять близько 4 - 6 млрд. тон відходів збагачення бідних залізних руд. Так п'ять діючих комбінатів на теперішній час заскладували відходи збагачення залізних кварцитів у шести хвостосховищах: балка "Петрова" (Північний ГЗК) – 375 млн м<sup>3</sup>; балка "Лозуватка" "Лозуватка" (ЦГЗК) – 246 млн м<sup>3</sup>; "Войкове" (ПівдГЗК) – 106 млн м<sup>3</sup>; "Об'єднане" (Південний ГЗК, НКГЗК) - 250 млн м<sup>3</sup>; балка "Грушувато" (ПівдГЗК) – 19 млн м<sup>3</sup>; "Миролюбівка " – 105 млн м<sup>3</sup>; "Миколаївка" (ІнГЗК) – 283 млн м<sup>3</sup> [1]. Дані хвостосховища займають значні площі і мають негативний вплив на навколишнє середовище.

З метою зменшення об'ємів вже заскладованих відходів у хвостосховищах можливе впровадження повторного використання накопичених відходів.

На території України повторне використання накопичених відходів практикується на ПрАТ «Центральний ГЗК».

Дослідженню піддавалися промислові відходи накопичені у хвостосховищах ПАТ «ПівдГЗК». Під час роботи були розглянуті такі завдання: вивчення речовинного складу відходів збагачення, вивчення технологічних властивостей відходів, розглядалась збагачувальність хвостів з використанням поліградієнтної сепарації та доподрібнення матеріалу до 94 % класу -0,071мм.

У ході роботи було виявлено, що за хімічним складом відходи характеризуються пониженим загальним вмістом SiO<sub>2</sub> – 61,16 % та незв'язаним SiO<sub>2</sub> – 53,45 %, збільшеним вмістом окислів заліза та карбонатів. Останні окисли містяться у невеликій кількості. Мінералогічний аналіз хвостів ПівдГЗК показує, що рудна частина займає 14,1 % при масовій частці заліза загального – 12,6 %, гематиту – 8,5 %. З них 6,6 % гематиту знаходиться у вільних зростках, 1,3 % – у зростках та 0,4 % – у вкрапленнях. Магнетит у більшості представлений тонкими вільними зернами і становить 0,6 % та у зростках – 0,4 %.

Значний вміст залізистих мінералів унеможлиблює застосування відходів збагачення для використання їх у будівельній промисловості. У наслідок чого, була розроблена технологія яка б максимально дозволила вилучати залізисті мінерали з хвостів. Що у свою чергу дало б можливість використовувати відходи у якості кремнезистої добавки при виготовленні бетону.

Дослідження проводилися за різними схемами збагачення: з попередньою класифікацією і без класифікації вихідних хвостів; з доподрібненням і без доподрібнення крупної і мілкої фракції хвостів до різної крупності.

Збагачення здійснювалося з застосуванням магнітного методу, а саме з використанням поліградієнтної сепарації.

При використанні схеми з доподрібнення крупної частини хвостів до 94 % класу - 0,071 мм та застосуванням поліградієнтної сепарації вихідних хвостів дає можливість отримати будівельний пісок зі вмістом заліза 2,1 % і 2,2 % при виході 15,38 % та 10,66 % відповідно. Також отримаємо пісок зі вмістом заліза 3,2 % при виході 37,02 %. Попутно отримуємо залізозмісний продукт зі вмістом заліза 58,5 % при виході 16,92 %.

Виходячи з проведених досліджень, хвости ПАТ «ПівдГЗК» можна розглядати як сировину, для використання у будівельній промисловості, в якості будівельного піску. Що призведе до зменшення об'ємів хвостосховищ, зменшить негативний вплив на навколишнє середовище.

### Список літератури

1. О.А. Медведєва // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2012. — Вып. 103. — С. 279-285.



В.В. МОВЧАН, О.Г. МОВЧАН, канд. хім. наук, доценти,  
Криворізький національний університет

### ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ФЛОТОРЕАГЕНТІВ У ЗВОРОТНИХ ВОДАХ

Світовий досвід збагачення залізовмісних руд показує, що використання флотаційного збагачення залізовмісних кварцитів і дозбагачення магнітного концентрату дозволяє підвищити якість і обсяг кінцевого продукту без додаткових витрат на видобуток залізної руди. На сьогоднішній день магнітно-флотаційні і флотаційні схеми збагачення прагнуть використовувати практично всі світові лідери гірничозбагачувального комплексу. Зокрема, на Інгулецькому ГЗК для підвищення конкурентоспроможності та якості концентрату комбінатом у 2004 році була введена секція флотації. У результаті комбінована магнітно-флотаційна схема забезпечила збільшення масової частки заліза до 67,5 %.

Проаналізувавши світову практику флотаційного збагачення, можна сказати, що основним напрямком досліджень у цій галузі є розробка ефективних катіонних збирачів з високим ступенем біорозкладу; розробка реагентних режимів зворотної катіонної флотації; встановлення механізму дії катіонних збирачів та оптимальних параметрів флотації. При збагаченні залізовмісних руд ефективною є зворотна флотація з використанням катіонних збирачів. При флотації більших класів кращі результати показують ефіри первинних діамінів, а при флотації тонкого матеріалу, ефективніше ефіри первинних моноамінів. Однак аміноефіри мають низький ступінь біорозкладу (<40%), тому вони є жорсткими детергентами і токсичними по відношенню до ряду мікроорганізмів. Використання аміноефірів у великій кількості значно посилює техногенне навантаження на прилеглу територію гірничозбагачувальних комбінатів. Тому на сьогодні для ефективного контролю вмісту флотореагентів у зворотних водах актуальною залишається розробка та стандартизація відповідних методик їх визначення.

Якісне визначення амінів можна провести методом інфрачервоної спектроскопії. В ІЧ - спектрах амінів найбільш типові смуги, обумовлені поглинанням зв'язку N-H. Ці смуги дозволяють досить чітко ідентифікувати первинні і вторинні аміни.

На основі аналізу відомих методів і власних експериментальних досліджень ми дійшли висновку, що для кількісного визначення амінів у розчині досить перспективним є екстракційно-фотометричний метод, суть якого полягає в екстракції амінів з водного розчину органічним розчинником, утворенні забарвленого асоціату і подальшому фотометричному дослідженні розчину. Зокрема, була доопрацьована і опробована методика виконання вимірювань масової концентрації ізодецилоксипропіламіну частково ацетильованого - основної діючої речовини флотореагенту (Procol SK 921 (M), LILAFLOT 811M, FLOTROJNLP4T та їх аналоги) в поверхневих, підземних та зворотних водах.

Діапазон вимірювань масової концентрації ізодецилоксипропіламіну в поверхневих, підземних та зворотних водах фотометричним методом складає від 0,02 мг/дм<sup>3</sup> до 0,14 мг/дм<sup>3</sup> включно при вимірюванні без застосування операцій концентрування або розбавлення вихідної проби. Вимірюванню масової концентрації ізодецилоксипропіламіну заважають завислі речовини, аніон-активні та амфолітні поверхнево-активні речовини, кольоровість, каламутність. Неорганічні сполуки і карбонові кислоти вимірюванню не заважають.

Метод вимірювань масової концентрації ізодецилоксипропіламіну в поверхневих, підземних та зворотних водах засновано на його взаємодії з барвником бромфеноловим синім при рН (2,5 ± 0,5) із утворенням іонних асоціатів і наступному екстрагуванні продуктів взаємодії сумішшю хлороформу та спирту етилового. Фотоколориметричним методом вимірюють оптичну густину забарвленого у жовтий колір екстракту. Оптимальним для вимірювання оптичної густини є використання довжини хвилі  $\lambda = 410$  нм і кювети довжиною 50 мм. Масову концентрацію ізодецилоксипропіламіну у розчині визначають за допомогою градуювального графіка.

Отже, проведені дослідження показали, що метод фотоколориметрії є достатньо точним і надійним для визначення флотореагентів (амінів) у пробах води. Хоча, безумовно, він потребує подальшої оптимізації і є важливим напрямом для розробки нових методик визначення флотореагентів взагалі.

Т.А. ОЛЕЙНИК, д-р тех. наук, профессор, Ю.Ю. КРИВЕНКО, канд. тех. доцент, А.Ю. КРИВЕНКО, канд. тех. наук, ст. преподаватель, Д.В. ДМИТРЕНКО, магистрант, Криворожский национальный университет

## **АНАЛИЗ СЫРЬЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК КРИВОГО РОГА ПОСТУПАЮЩЕГО НА ПРОЦЕСС ОБЕСШЛАМЛИВАНИЯ**

Повышение качества магнетитовых концентратов горно-обогатительных комбинатов Криворожского бассейна обеспечивает их высокую конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Это может быть достигнуто за счет повышения показателей селективности процесса дешламации на различных этапах технологического процесса обогащения руды.

Параметры процесса гидравлического гравитационного разделения компонентов рудной пульпы зависят от исходного сырья, поступающего на обогащение.

К числу этих параметров относят гранулометрический состав частиц твердой фазы пульпы, их плотность, распределение массовой доли железа в различных классах частиц твердой фазы пульпы.

Эти параметры являются определяющими для реализации процесса, который реализуется за счет движения рудных и породных частиц в гидравлической среде

Объектом проводимых исследований является магнетитовые кварциты являющиеся сырьевой базой горно-обогатительных комбинатов Криворожского железорудного бассейна.

Решение задачи повышения эффективности гравитационного обогащения основывается на исследовании параметров и качественных показателей рудной массы, поступающей на дешламацию. В качестве исследуемых образцов были отобраны образцы пульпы, поступающей после измельчения в дешламаторы на обогатительных комбинатах Кривого Рога.

Так среднее содержание железосодержащих частиц в классовом диапазоне  $-0,05 + 0,005$  составляет 65,5%. В целом в классе  $-0,05+0$  рудной массы всех горно-обогатительных комбинатов содержится минеральных рудных зерен от 85 до 95%.

Наличие полезного компонента в тонком классе требует особых подходов при дешламации, так как гравитационная крупность этих частиц предопределяет вероятность их уноса восходящими потоками в слив вместе породными частицами.

Также, в руде, поступающей на дешламацию содержится значительный процент бедных сростков, часть которых может быть раскрыта в результате отмыва их в процессе перемещения в чане дешламатора.

Анализ сырья, поступающего на процесс дешламации обогатительных фабрик Кривого Рога, показал, что больше всего железосодержащих частиц, рудных зерен и бедных сростков содержится в классах крупности  $-0,05+0$ . В процессе дешламации данный класс крупности подвергается воздействию восходящих и нисходящих потоков в приемной емкости аппарата.

При таких размерах даже при различной плотности трудно обеспечить эффективность разделения компонентов твердой фазы пульпы обеспечивающее минимальное содержание пустой породы в песках дешламации и минимизацию потерь полезного компонента со сливом.

Анализируя среднее содержание бедных сростков на всех ГОКах можно прийти к выводу, что чем крупнее класс, тем больше в нем находится бедных сростков.

Следовательно, подвергая продукт, поступающий на процесс дешламации более длительному воздействию среды сочетающей в себе воздействие сил гравитации и знакопеременных восходящих и нисходящих потоков в приемном чане дешламатора, мы сможем отделить пустые породные частицы, от полезных железосодержащих и тем самым улучшить качество руды поступающую на последующую магнитную сепарацию и в итоге получить более качественный обогащенный продукт.

В связи с этим следует разработать эффективную технологию разделения железорудного сырья, которая позволила бы получить высококачественное железосодержащее сырье для следующей цепи аппаратов.

**ФОРМУВАННЯ МОВЛЕННЕВОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ВИЩОГО ТЕХНІЧНОГО ЗАКЛАДУ ОСВІТИ – ВИМОГА ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ**

Однією з головних передумов сталого соціально-економічного розвитку країни є формування відповідного професійного рівня її кадрового потенціалу. Нині, коли в усіх галузях виробництва відбуваються реформаційні процеси, виникла потреба в підготовці високоосвічених, висококваліфікованих та висококультурних фахівців, які не тільки володіють високим рівнем професіоналізму у своїй галузі, а й уміло його застосовують на практиці.

У Національній доктрині розвитку освіти йдеться про нагальні й перспективні вимоги до фахівців, про необхідність самоосвіти, підвищення професійного рівня, готовності до професійної діяльності. Майбутні фахівці повинні стати основною рушійною силою відродження та створення якісно нової незалежної України.

В умовах орієнтації вищої школи на всебічний і гармонійний розвиток особистості, посилення зв'язку змісту навчання з обраною професією особливого значення для формування професійної мовленнєвої компетентності студентів-нефілологів набуває вдосконалення змісту вищої освіти, відповідно до принципів якої у студентів технічних спеціальностей вищих закладів освіти повинні вироблятися певні професійні якості, у тому числі й мовна підготовка, що передбачає вільне володіння українським фаховим мовленням.

Сучасні концепції й положення про професійно орієнтовану сутність мовленнєвої діяльності, що вважається одним із компонентів професійної готовності майбутнього фахівця, є домінуючими у пошуках шляхів і механізмів формування професійних умінь. Мовленнєвий розвиток студентів технічних спеціальностей визначається якісним рівнем їх мовленнєвої діяльності, яка виявляється в професійній діяльності, а також у процесі його самореалізації як форми самопрояву, досягнення окремої мети, осмислення сутності професійної мовленнєвої діяльності.

Реалізація формування у студентів-нефілологів професійної мовленнєвої компетентності відбувається на заняттях з курсу «Українська мова (за професійним спрямуванням)», який ураховує особливості викладання мови в нефілологічних вищих закладах освіти, вимагаючи професійно орієнтованої комунікації, спрямованої на конкретного адресата – фахівця певної професійної спеціалізації. Динамічні зміни життя зумовлюють потребу в таких фахівцях, які здатні гнучко й оперативно адаптуватися до нових вимог, адекватно реагувати на нові виклики, навчатися протягом усього життя, розвиватися та творити.

Отже, курс «Українська мова (за професійним спрямуванням)», уведений у вищих закладах освіти як навчальна дисципліна, 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. Цей курс продовжує формування національно-мовної особистості, розширює мовну компетенцію майбутнього фахівця у професійній сфері.

Формування мовленнєвої професійної компетентності студентів вищого технічного закладу освіти – вимога державного значення. Від того, наскільки вільно зможуть користуватися своїми професійно-мовленнєвими вміннями й навичками студенти, залежить їхня активність у виробничому та суспільному житті країни.

*Список літератури*

1. Амонашвили Ш. А. Принципы гуманного педагогического процесса / Ш. А. Амонашвили // Размышления о гуманной педагогике. – М., 1995. – С. 186 – 193.
2. Бабич Н. Психологічні умови викладання і вивчення української мови / Н. Бабич // Українська мова і література в школі. – 1990. – № 8. – С. 26 – 29.
3. Бутенко Н. Комунікативні процеси у навчанні: підручник / Н. Бутенко. – К.: КНЕУ, 2006.
4. Головань М. С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду / М. С. Головань // Вища освіта України. – 2008. – № 3. – С. 23 – 30.

О.В. ПАСІЧНА, канд. філол. наук, доцент, Криворізький національний університет

## ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ РИТОРИЧНИХ УМІНЬ І НАВИЧОК У ПРОЦЕСІ МОВНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ

Риторична компетентність є важливим складником загальної професійної компетентності інженерів-педагогів. Майстерне володіння словом як інструментом думки й переконання стає визначальною умовою якісної фахової підготовки педагогів професійного навчання.

Як слушно вказує Г. Онуфрієнко, найактуальнішою та найбажанішою метою освіченої людини завжди була тріада практичних навичок та вмінь: красиво говорити й легко спілкуватись, активно слухати, реально й вагомо впливати мовленим словом. Саме цими аспектами мовленнєвого акту (вплив мовлення на думки й почуття і внаслідок цього на справи та вчинки опонента), названими перлокуцією, здавна займалася риторика [1, с. 3]. Ця наука має тісний зв'язок з іншими дисциплінами: психолінгвістикою, соціолінгвістикою, філософією, логікою, етикою, теорією комунікації, культурою мови та стилістикою.

Мовна підготовка майбутніх інженерів-педагогів передбачає не тільки засвоєння теоретичних знань щодо будови української мови за всіма рівнями її системи, а й формування риторичних умінь і навичок. З-поміж найголовніших риторичних умінь і навичок лінгводидакти [2, с. 113-119] виокремлюють такі:

- виступати з доповідями (пропозиціями, порадами, критикою);
- аналізувати тексти (виступ, доповідь, повідомлення, інформацію);
- рецензувати тексти;
- дотримуватися законів і правил, послідовно й доказово відстоювати свої погляди;
- сприймати й передавати інформацію;
- створювати тексти різних стилів;
- переконувати інших у правильності своїх міркувань;
- брати участь у всіх видах суперечки;
- дотримуватися виразності мовлення;
- вести бесіди на різноманітні теми.

Сформувати окреслені вміння й навички можна завдяки застосуванню у процесі мовної підготовки інженерів-педагогів дієвих методичних прийомів навчання (виразне читання текстів, спостереження над мовленнєвою поведінкою, самоконтроль і самокорекція текстів, редагування текстів), а також форм занять (практикум, дискусія, диспут, рольові (ділові) ігри, ситуативні вправи (завдання), виступи з промовою (повідомленням, доповідями, рефератами).

Розвинути та вдосконалити практичні вміння й навички роботи з текстом допоможуть читання й аудіювання як види мовленнєвої діяльності, а також риторичний аналіз зразків текстів, визначення їх жанрових особливостей, урахування мовного оформлення та комунікативного завдання. Ефективними формами роботи з риторики виступають виголошення промови із урахуванням ситуації спілкування, вправління з техніки усного мовлення, зокрема читання поетичних текстів із дотриманням орфоепічних та акцентуаційних норм української мови.

Вивчення тропів (метафора, метонімія, синекдоха, епітет, гіпербола, літота, оксиморон, перифраз, порівняння, персоніфікація, алегорія) та фігур мовлення (анафора, епіфора, симплока, епанафора, анепіфора, асиндетон, полісиндетон, ампліфікація, градація, паралелізм тощо) сприятиме формуванню умінь і навичок студентів висловлюватися образно й різноманітно, виразно й емоційно.

Отже, систематична робота із засвоєння основних термінологічних понять та формування риторичних умінь і навичок дозволить виховати комунікативно компетентну риторичну особистість педагога професійного навчання.

### *Список літератури*

1. **Онуфрієнко Г. С.** Риторика у практичних завданнях : [навч. посіб.] / **Онуфрієнко Г. С.** – Запоріжжя : Юридичний ін-т МВС України, 2002. – 307 с.
2. **Пентилюк М. І.** Методика навчання української мови у таблицях і схемах : [навч. посіб.] / **М. І. Пентилюк, Т. Г. Окуневич.** – К. : Ленвіт, 2006, – 134 с

К.В. ГЕРАСИМОВА, канд. тех. наук, доцент, Криворізький національний університет  
В.В. ТИХОСТУП, ст. викладач, Криворізький коледж Національного авіаційного університету

## **ВИКЛАДАННЯ ІНТЕГРОВАНИХ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧОГО ЦИКЛУ В НОВІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ВИЩІЙ ШКОЛІ (ІЗ ДОСВІДУ РОБОТИ)**

Реформування української вищої школи та створення реальної конкуренції серед навчальних закладів сприятиме розвитку та оптимізації освіти і науки України. Попри очевидний рух у потрібному напрямку, ми досі не спостерігаємо якісних змін у реформуванні вищої школи. Однак ці зміни вкрай важливі, тому що маємо справу з новим, демократичним поколінням студентів, які ще з раннього дитинства вправно справляються з досягненнями сучасних технологій. Нове покоління студентів вимагає інноваційних підходів до викладання дисциплін у вищій школі. Треба змінюватися і педагогічному складу у виборі подачі навчальної інформації. Традиційна методика викладання вже не цікавить сучасного студента. Сьогодні йде мова про впровадження нових прогресивних підходів та методів у викладанні дисциплін. Такі новації могли б стати важливим показником істотного якісного зростання української вищої школи.

Сьогодні існує нагальна потреба у розробці інтегрованих навчальних курсів нового покоління, а це вимагає міждисциплінарного синтезу та поліпредметного системного бачення. У зв'язку із цим виникає необхідність переструктурування змісту навчальних предметів з метою усунення другорядного та застарілого матеріалу та систематизації знань. Специфікою побудови інтегрованого циклу природничих дисциплін є раціональне використання міждисциплінарних зв'язків. На жаль, у вітчизняній педагогічній науці поняття міждисциплінарної інтеграції та механізми її реалізації досі не стали предметом цілісного дослідження.

Як відомо, природничі дисципліни є базовими у вищій школі, оскільки забезпечують подальше вивчення професійно-орієнтованих дисциплін. Дисципліни природничого циклу близькі за змістом і структурою. Накопиченні при їх вивченні знання є запорукою поглибленого всебічного професійного мислення студентів. Інноваційні підходи до викладання інтегрованих курсів створюють передумови для якісного навчання студентів.

Метою наших досліджень є підвищення якості і ефективності навчального процесу при викладанні інтегрованих природничих дисциплін. Виходячи з даної мети та враховуючи опубліковані результати досліджень у цьому напрямку, нами поставлені такі завдання: впровадити в навчальний процес елементи інтегрованого підходу до вивчення природничих дисциплін і виявити особливості методики викладання інтегрованих дисциплін природничого циклу у вищих технічних освітніх закладах.

Пошуки новітніх технологій спонукали наших викладачів природничих дисциплін до розробки нових форм і методів навчання. Це і лекції-презентації з демонстрацією цікавих пізнавальних відеоматеріалів; нестандартні практичні заняття у вигляді прес-конференцій, семінарів та інтелектуально-спортивних змагань; участь студентів у проектах і конкурсах різного рівня.

Викладачами і студентами Криворізького коледжу Національного авіаційного університету разом зі студентами геолого-екологічного факультету Криворізького національного університету був підтриманий міжнародний екологічний проект «Кожна краплина має значення». Відеоролик нашої участі у цьому проекті був представлений в поточному навчальному році на регіональному конкурсі «Єдність в розмаїтті», який щорічно проводиться серед навчальних закладів Дніпропетровщини. В якості експерименту в коледжі також було проведено спортивно-інтелектуальну естафету «Екохім - 2018», в ході якої студенти демонстрували свої уміння, опираючись на знання природничих дисциплін.

Вважаємо, що впровадження інноваційних технологій у викладання інтегрованих дисциплін природничого циклу сприяють розвитку пізнавального інтересу студентів і розширюють горизонти їхнього світогляду. Отримання високоякісної освіти в Україні забезпечить кожному студенту умови для самостійного досягнення тієї чи іншої мети, самоствердження та інтелектуального розвитку нашої молоді – майбутнього європейської держави. В подальшому ми плануємо проводити дослідження у цьому напрямку, з огляду на сучасний міжнародний досвід підготовки фахівців вищої кваліфікації.

О.М. КАДОЛ, канд. істор. наук, доцент, Криворізький національний університет

## ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО СТАНУ БІЗНЕС – ОСВІТИ В УКРАЇНІ

В найкоротші строки життя потребувало перехід на новий рівень опанування знань. Ринок став життєвим середовищем для виникнення нового рівня освіти – бізнес – освіти. Глобалізація світового простору потребувала постійного поширення інформаційного та наукового поля знань.

Поступово зникає традиційний підхід до отримання освіти у ВНЗ – тільки отримання диплому, виникає потреба отримання якісних знань, які могли бути застосовані практично в бізнесі при сучасному мінливому ринковому середовищі.

Взагалі під поняттям бізнес - освіта розуміють додаткову освіту, стержнем якої є програми Master of Business Administration, що передбачають підготовку керівників середньої та вищої ланки [1].

Не існує загального стандарту програм Master of Business Administration, але все ж найбільш поширеними є наступні програми:

- 1) очного навчання з відривом від виробництва - Fill time MBA;
- 2) очного навчання без відриву від виробництва – Part time MBA (з вечірньою та модульною системою навчання);
- 3) з дистанційною формою навчання - Distanse MBA;
- 4) для керівників вищої ланки з досвідом практичної роботи управлінця - Executive MBA;
- 5) з коротким терміном навчання, що розглядають найбільш сучасні проблеми управління та введення бізнесу - Mini MBA [1].

Найчастіше бізнес – школи створюються при вищих навчальних закладах, і їх рейтинг аналізує та публікує такі відомі видання, як Financial Times, US News, Business Week.

Бізнес – освіта на Україні різко відрізняється від традиційних – німецької та американської, що можливо пояснити особливостями розвитку підприємництва на Україні. Освіта обґрунтовано чекає змін попиту, щоб скорегувати пропозицію, а сучасні процеси глобалізації економіки потреби ринкового середовища дозволяють прогнозувати освіту, врахувавши зміни характеру попиту на інтелектуальність в сфері знань випускників навчальних закладів [2].

На всіх етапах розвитку бізнес – освіти можливо простежити і динаміку розвитку відношення до ринку – від нехтування ринком, до захисту від ринку та приручення ринку.

Таким чином, можливо визначити, що сучасний стан бізнес – освіти на Україні має свої особливості:

- 1) розвиток бізнес – освіти на Україні відбувається під впливом як політичних, так і соціальних факторів;
- 2) достатньо високий позитивний рівень бізнес - освіти бізнес – освіти на базі провідних вищих навчальних закладів з використанням активних форм навчання – тренінгів, мозкових штурмів, імітацій конкретних нестандартних ситуацій близьких до екстремальних;
- 3) досить високі витрати на реалізацію програм бізнес освіти;
- 4) для тих, хто замислюється про свій кар'єрний ріст як при веденні свого бізнесу, так і працюючих в великих фірмах, отриманні знання при освоєнні програм бізнес – освіти дозволяють бути конкурентоздатними те тільки в нашій країні, але і за кордоном.

Доповідь присвячена дослідженню особливостей сучасного стану бізнес – освіти в Україні.

### Список літератури

1. **Красовська О.Ю.** Сучасні моделі реалізації бізнес – освіти в умовах глобалізації світового освітнього простору / **О.Ю. Красовська** // Бюлетень міжнародного Нобелівського економічного форуму.-2012.- №1(5).-С.167-171.
2. **Хижняк Л. М.** Замысел бизнес- образования и проблемы его реализации на различных этапах развития предпринимательства в Украине / **Л.М. Хижняк** // Методология, теория та практика соціологічного аналізу сучасного суспільства - 2014. - Вип. 20. - С. 310-314.

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПІЗНАВАЛЬНИХ ІГОР У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ**

Під час підготовки до занять викладач завжди визначає найефективніші методи навчання, зокрема й методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності. Одним із таких методів є метод пізнавальних ігор. За М. М. Фіцулою, це – спеціально створена захоплююча розважальна діяльність, яка має неабиякий вплив на засвоєння учнями знань, набуття умінь і навичок [2, с. 131]. Метод пізнавальних ігор сприяє створенню емоційно-піднесеної атмосфери, засвоєнню матеріалу за допомогою емоційно насиченої форми його відтворення [1, с. 291]. Під час проведення занять щодо вивчення іноземної мови ситуативні ігри забезпечують сприятливу обстановку відтворення знань, значно полегшують процес засвоєння навчального матеріалу.

Кінцевою метою рольової гри є набуття нових знань та їх доведення до автоматичного відтворення. Гра відбувається в доброзичливій атмосфері, і, зрештою, розмова стає невимушеною. Спілкування у процесі рольової гри дає змогу студентам свідомо засвоїти нові знання. Навчання організується в таких умовах, які максимально наближені до реальності та є ідеальною моделлю спілкування. Учасники рольової гри намагаються невимушено вести бесіду, підтримати її. Гра викликає інтерес до вивчення іноземної мови, і вже на самому її початку викладач може спостерігати, як змінюється настрій студентів: усмішка, певна легкість і свобода. Відчуття рівності, атмосфера захопленості дають можливість студентам подолати скутість, напруженість, ефект присутності викладача з його подальшим оцінюванням навчальних дій.

Рольову гру викладачеві потрібно підготувати таким чином, щоб студенти могли активно спілкуватися, ефективно використовуючи мовний матеріал, який відпрацьовується. На початку гри викладач мусить проконтролювати спілкування студентів, але зрештою він перебуває лише в статусі спостерігача. Практика довела, що не є доречним виправляти тих, хто спілкується, коли трапляються помилки. Навчання ефективно в атмосфері, вільної від спостережень викладача. Мовлення записується на диктофон, а потім аналізується всіма присутніми без традиційного оцінювання в бальній системі, оцінками тут є «дуже добре» або «повторіть граматику ще раз». Безумовно, проведенню рольових ігор передуює велика підготовча робота щодо вивчення лексичних одиниць, їхніх граматичних форм, поєднання їх у правильно побудовані синтаксичні конструкції тощо. Рольова гра є можливою тільки тоді, коли викладач упевнений у тому, що студенти набули навичок вільного оперування засобами мовлення як вербальними, так і невербальними.

Підготовка до рольової гри передбачає декілька етапів. На першому етапі мовний матеріал опрацьовується шляхом виконання різноманітних вправ і завдань як в усній, так і в писемній формі. Наступний етап – це створення віртуальних діалогів з чітко сформульованою вихідною тезою. Студенти добирають необхідні фрази для бесіди, їхні варіанти і синоніми. Добре, якщо словниковий склад тих, хто навчається, буде збагаченим вставними словами й реченнями, адже саме вони виражають особисте ставлення мовця до висловлюваної ним думки й надають мовленню різних відтінків. Далі відбувається практична робота з діалогами, які складають у парах або у групах на основі засвоєного мовного матеріалу, під контролем викладача. Наприкінці підготовчої роботи добирається доцільний варіант для початку гри, обговорюються важливі моменти задля того, щоб у процесі гри викладач не втручався до контексту, розподіляються ролі між учасниками; описуються структура та сценарій гри.

Ще слід акцентувати на тому, що тривалість проведення рольової гри заздалегідь обговорюється. За досвідом, максимум тривалості – 15 хвилин.

Запорукою ефективності використання рольових ігор на заняттях є їх систематичність. У комплексі методів навчання метод рольових ігор створює основу для правильного мовлення, забезпечує засвоєння студентами мовленнєвих моделей, що притаманні культурі народу, мова якого вивчається.

*Список літератури*

1. Волкова Н.П. Педагогіка: посібник. Київ : Академія, 2002. 576 с.
2. Фіцула М.М. Педагогіка: навчальний посібник. Київ : Академія, 2002. 528 с.

**ФОТОДОКУМЕНТИ, ЯК ВІЗУАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА  
З ІСТОРІЇ ВІЙНИ 1941 -1945 РОКІВ**

Сучасний стан поступу української історичної науки характеризується потужними процесами оновлення. Йдеться перш за все про опанування новими методологіями й методиками пізнання минувшини, відходом від вивчення головно макроесторичної тематики, себто - історій держав і державних інституцій, партій і «рухів народних мас», класів і класової боротьби тощо. Та опріч того почали формуватися, а почасти вже й сформувалися, геть нові, - запозичені із світової практики, - напрями дослідження минувшини. Сере таких, наприклад, напрям, який вивчає усні історії. Інституалізація його вже відбулася і він існує як цілком повноцінний і визнаний. Та поряд з ним завойовують своє «місце під сонцем», і такі дослідницькі вектори, як, скажімо, вивчення мікroeсторій на противагу макроесторіям, історій «малих світів», історій повсякдення і доль сімей, доль простої людини, і особливо тієї, що потрапила під жорна війни, історій урбаністики і окремого села, цивільної і військової антропології тощо. У цьому ж ряду й візуальні історії - історії, де головним оповідачем (чи точніше б сказати – джерелом оповіді) виступають кінофотоматеріали. Своє поважне місце серед них займають і світлини. Ось ці, на перший погляд, «німі» джерела почасти оповідають більше і більш точно, аніж деякі різноголосі оповіді свідків чи наративи (наукові тексти) дослідників.

Усі ці напрями потребують геть нових різновидів джерел й використання не лише традиційних писемних джерел. А надто цього вимагає той напрям, який творить *візуалізовані* дискусії історії. І фото (фотодокументи) в цих випадках - незамінне джерело! А комп'ютерні технології й Інтернетмережі відкривають тут неозорі пізнавальні можливості для осягнення й опанування усіма тими евристичними ресурсами, які вкупі і разом, містять фото- й кінодокументи.

Фото- й кіноматеріали належать до відносно нового й «молодого» різновиду історичних джерел. Їм щонайбільше як 150 років. А письму й писемним джерелам вже більше 40 тис. років. Та починаючи з ХХ ст.. цей джерельний «новояв» став набувати все більшої і більшої ваги серед інших історичних джерел і набув статусу повноцінного і рівноправного. Нині дослідники використовують їх вельми широко і, що особливо важливо, продуктивно.

Зазвичай світлини – це зафіксована мить події чи певного факту а то й розлогої історії яку фото ілюструє чи доповнює а то й задає загадку досліднику і наполегливо стимулює його пошуки. Але часто-густо виступає і в ролі незамінного, повноцінного й самодостатнього джерела, як незамінний свідок події чи документальний доказ-аргумент так потрібний науковцю. Не випадково такі світлини називають *фотодокументами*, які вкупі з іншими джерелами, і допомагають створювати більш адекватні історіографічні образи, скажімо, війни.

Об'єктивності ради, мусимо засвідчити таке: було б великою помилкою абсолютизувати роль фото в пізнанні й реконструкції минулого. Та втім і применшувати їх вагу в науковому пізнанні не варто. Особливо, коли йдеться про малодосліджені й табуйовані теми, про потребу деталізувати чи проілюструвати подію, розгледіти деталі повсякденного життя жертв війни чи розпізнати певні сюжети в подробицях і деталях, розгледіти елементи міського життя, вигляд і екстер'єр поневіченого міста чи його промислових об'єктів або вловити погляд полоненого бідолахи. Є потреба в цьому й тоді, коли хочемо зрозуміти мотиви, які спонукали фотографа зафіксувати ту чи іншу сцену міського життя, певний сюжет тощо. Особливо виникає потреба в такому копіткому докопуванні, коли йдеться, скажімо про повсякдення людини, умови її побуту.

Фотофакт є «прямим» і унаочненим джерелом інформації й пізнання. Але, як наголошував Марк Блок – знавець в галузі наукового пізнання історії, усі джерела у тому числі і фото потребують критичного аналізу, «перехресного» допиту, прискіпливої перевірки та співставлення їх з іншими джерелами.

Фото- й кінодокументи, які зафіксували події війни Радянські архівісти почали збирати ще безпосередньо в роки війни. Комісія з історії війни при АН УРСР (створена на початку 1943 р.) та інші цілеспрямовано відбирали такі візуальні документи. Як наслідок нині в архівах України накопичено таких тисячі. Справа лиш за вивченням та уведенням їх в науковий обіг.



Н.В. РАШЕВСЬКА, канд. пед. наук, доцент, Криворізький національний університет

## **ПОБУДОВА ПЕРСОНАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА УЧНЯ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ЙОГО ДО ЗНО З МАТЕМАТИКИ**

Основними завданнями загальної середньої освіти в Україні є формування особистості учня, розвиток його здібностей і обдарувань, наукового світогляду – особистості, яка здатна творчо мислити, швидко набувати нові знання та вміти їх застосовувати до розв'язання нестандартних ситуацій. Процес становлення такої особистості починається із формування в учнів системних фундаментальних знань, що сприяють цілісному сприйняттю наукової картини світу, інтелектуальному розвитку особистості та її адаптації до швидкозмінних соціально-економічних умов і розвитку технологій. Саме тому освіта має продукувати особистостей, здатних забезпечити прискорене економічне зростання і культурний розвиток країни, свідомих, суспільно активних громадян, конкурентоспроможних на європейському і світових ринках праці.

Перспективним напрямом реалізації поставлених завдань є побудова такого середовища навчання, що спрямоване на інтеграцію різних форм організації навчання (зокрема, класних та позакласних) на основі посилення ролі самостійної роботи. При цьому дієвим інструментом удосконалення організації навчального процесу є мобільні інформаційно-комунікаційні технології, що не тільки сприяють підтримці традиційних форм організації навчання, а є новим етапом розвитку освіти, ефективним і гнучким способом задоволення потреб учнів у здобуванні нових знань.

Мобільне персональне навчальне середовище учня складається із трьох частин: організація спілкування та обмін повідомленням; пошук навчальних відомостей та організація власного процесу навчання.

Однією із важливих складових такого середовища є системи підтримки навчання (СПН), розташовані у глобальному навчальному просторі. На сьогодні розроблено велику кількість різноманітних навчальних курсів, розміщених у різних системах підтримки навчання, зорієнтованих на хмарне збереження даних. Але здебільшого ці курси належать провідним університетам світу і не є адаптованими під учнів старшої школи.

Так, в Україні було запущено таку систему підтримки навчання, як «Мій клас» (<https://miyklas.com.ua/>), пілотний проект якої запущено у 2013 році. Використання даної системи у процесі навчання надає учню можливість робити процес навчання безперервним, а вчителю не тільки подавати новий матеріал, а й створювати та генерувати завдання для перевірки знань учнів, при цьому система автоматично перевіряє правильність та указує на помилки, що також є зручним для самоперевірки знань учнів.

Аналіз різноманітних СПН навчання в Україні показав, що на даний момент не вистачає якісно створених систем для підтримки навчання, оскільки наповнення таких систем є складним процесом і вимагає від вчителя не тільки наповнення ресурсу, а й зміни методики викладання предмету та переходу до нової моделі – комбінованого навчання.

Одним із цікавих СПН в Україні є платформа EdEra (<http://zno.ed-era.com/>), на якій розміщено онлайн-курси та навчальні матеріали для широкої аудиторії з найрізноманітніших тем. Так курс з підготовки до ЗНО з математики містить велику кількість тестів для самоперевірки своїх знань з різних тем курсу.

У жовтні 2018 року також запрацювала платформа, що також може бути використана для підготовки до ЗНО це проект iLearn від громадської спілки «Освіторія». iLearn – це відкрита платформа з безкоштовними онлайн-курсами для підготовки до ЗНО (<https://osvitoria.media/>).

Також цікавими для створення мобільного персонального навчального середовища є такі платформи як Academia та Prometheus, що надають учням можливість вибудувувати власну траєкторію навчання та якісно підготуватися до ЗНО з математики самостійно.

Цікавим засобом для координації траєкторії навчання з математики учня старшої школи є система Photomath, що надає можливість перевірити правильність розв'язування прикладу з покроковим поясненням цього розв'язання. Система Photomath є симбіозом системи комп'ютерної математики та засобом доповненої реальності, що є непоганим математичним тренажером, який може бути використано у процесі підготовки до ЗНО з математики.

Ю.В. ЄЧКАЛО, канд. пед. наук, доцент, В.В. ТКАЧУК, викладач,  
Криворізький національний університет

## ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ В ІНСТРУКЦІЯХ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

Метою підготовки майбутніх інженерів в технічних університетах є формування компетентного фахівця, який працюватиме в умовах постійного зростання інформаційного потоку. Одним із сучасних засобів навчання, який відтворює теоретичні поняття через візуальні 2D/3D об'єкти, є технологія доповненої реальності.

Технологія доповненої реальності відображає зв'язок та поєднання реальних і віртуальних об'єктів за допомогою мобільних пристроїв [2].

У системі сучасної вищої освіти зроблено акцент на навчання, у результаті якого здійснюється формування і розвиток у студентів здатності застосовувати набуті знання і вміння у професійній та науковій діяльності. У технічних університетах розвиток дослідницьких компетентностей здебільшого відбувається під час лабораторних занять. Найбільш характерним для таких занять є залучення до діяльності студентів спеціальних засобів та приладів, що потребують від студента засвоєння деякої множини спеціальних знань, умінь та навичок. Тому на кафедрі фізики Криворізького національного університету:

- здійснено адаптацію засобу доповненої реальності HP Reveal до використання на лабораторних заняттях з фізики у процесі підготовки майбутніх інженерів;
- створено об'єкти доповненої реальності у вигляді навчальних відео, де роз'яснюється будова лабораторних установок та послідовність дій при роботі з ними;
- розроблено методику використання доповненої реальності у процесі підготовки майбутніх інженерів у технічних університетах.

Результатом є візуалізовані інструкції до лабораторних робіт [1].

Методика використання студентами доповненої реальності на лабораторних заняттях включає наступні кроки:

- 1) встановити мобільний додаток HP Reveal на персональний мобільний пристрій;
- 2) відкрити та зареєструватись;
- 3) здійснити пошук за хештегом #physicslab;
- 4) за результатами пошуку вибрати необхідну лабораторну роботу;
- 5) в інструкції до лабораторної роботи знайти рисунок – загальний вигляд лабораторної установки (рисунок є маркером, що розпізнається програмним засобом доповненої реальності);
- б) навести камеру мобільного пристрою на рисунок-маркер (маркер сканується додатком HP Reveal і на екрані відображається відео, де викладач демонструє лабораторну установку, її основні складові частини та коментує виконання досліду);
- 7) уважно переглянути навчальне відео, звернувши увагу на будову установки та послідовність дій при роботі з нею;
- 8) у разі виникнення запитань звернутися до викладача.

Отже, використання доповненої реальності на лабораторних заняттях з фізики є дієвим засобом мотивації студентів до освітньої активності, що призводить до розвитку дослідницьких компетентностей.

### Список літератури

1. **Hrunтова Т.В.** Augmented Reality Tools in Physics Training at Higher Technical Educational Institutions [Electronic resource] / **Tetiana V. Hrunтова, Yuliia V. Yechkalo, Andrii M. Striuk, Andrey V. Pikilnyak** // Augmented Reality in Education : Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018). Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018 / Edited by : **Arnold E. Kiv, Vladimir N. Soloviev**. – P. 33-40. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2257). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper04.pdf>.
2. **Tkachuk V. V.** Augmented reality in education of students with special educational needs [Electronic resource] / **Viktoriia V. Tkachuk, Yuliia V. Yechkalo, Oksana M. Markova** // Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017). Kryvyi Rih, Ukraine, April 28, 2017 / Edited by : **Serhiy O. Semerikov, Mariya P. Shyshkina**. – P. 66-71. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2168). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper9.pdf>

## ВИКОРИСТАННЯ ТВОРЧИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЗАВДАНЬ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Кожна здорова дитина народжується дослідником, і дослідницька активність – це її природний стан. Ще український вчитель-творець В. Сухомлинський закликав робити все, щоб не перетворити дитину на «сховище знань, комору істин, правил і формул», а навчити її думати, мислити, сприймати яскравий навколишній світ із його закономірностями, явищами, фактами, істинами, щоб через злиття думки і фізичної праці учні ставали мудрими мислителями і дослідниками, а не «споживачами готових знань».

Процеси навчання, виховання та творчого розвитку особистості органічно поєднуються у пошуково-дослідницькій діяльності людини.

Щоб підійти до складних питань наукового характеру, потрібно спочатку навчитися більш простим речам, а саме – навчитися і використовувати вміння знаходити відповіді на питання повсякденного життя, з орієнтацією наукового підходу.

На жаль, учні у школах, студенти у вищих навчальних закладах недостатньо використовують отримані знання на практиці і майже не проводять власні дослідження. Практичну роботу не можна замінити олімпіадами, конкурсами та різноманітними пізнавальними іграми. Тому виникає проблема: як поєднати здобуті знання з їх практичним застосуванням.

Одна з найважливіших ділянок у системі оволодіння матеріалом фізики – це навчальний фізичний експеримент. Але фізичний практикум у ВНЗ проводиться зазвичай без елементів творчості, по шаблону, за інструкцією. Ще Альберт Ейнштейн стверджував, що «не всякий складний експеримент може довести правоту; неправоту може довести і простий.»

Тому ми пропонуємо наповнювати, по можливості, навчальний процес творчими задачами.

Під терміном «творча задача» розуміють задачу, алгоритм розв'язання якої студенту невідомий. Умови таких задач можуть бути маскуючими, тобто містити дані, яких не вистачає або які є в надлишку, чи зовсім не містити фізичних даних.

До творчих можуть належати як звичайні логіко-математичні, так і експериментальні, дослідницькі, винахідницькі, конструкторські та раціоналізаторські задачі. Останні з перелічених видів задач розв'язуються студентами під час виконання науково-дослідних самостійних робіт.

Експериментальні задачі дозволяють створювати проблемні ситуації при подачі нового матеріалу та закріплювати щойно одержані знання. За допомогою них можна краще підготувати учнів до виконання лабораторних та практичних робіт, контролювати рівень знань, експериментальних умінь та навичок учнів. Їх можна також використовувати в якості домашніх завдань.

Так, нами розроблена ціла низка творчих експериментально-дослідницьких завдань: визначити швидкість витікання води з крана, густину картоплі та вареного яйця, радіус капіляра серветки та туалетного папера, ККД сірника, електричний опір свого тіла, кількість лимонів, необхідних для зарядки мобільного телефона тощо.

Також цікавим для студентів завданням виявилось складання та розв'язування фізичних задач на основі фотографії.

Дослідницька робота у школі, а потім у ВНЗ готує молодь до успішного виконання будь-яких життєвих та соціальних ролей, допомагає бути творцем свого життя.

Доповідь присвячено обґрунтуванню значущості використання творчих дослідницьких завдань у навчальному процесі. Даний підхід, на жаль, рідко застосовується викладачами, хоча результативність такої роботи значно вища ніж залучення студентів до розв'язання текстових задач абстрактного змісту.

### Список літератури

1. Сухомлинський В.О. Творчість – могутній стимул духовного життя / В. Сухомлинський // Вибрані твори в 5-ти т. – К.: Радянська школа, 1977. – Т. 3. – 670 с.
2. Коршак С. В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту / С. В. Коршак, Б. Ю. Миргородський. – К.: Рад. школа, 1981. – 280 с.
3. Давиденко А. А. Експериментальні задачі з фізики для учнів 7–9 класу: Посібник для вчителів фізики: Чернівці, 1997. – 44 с.

О.В. ТАРАСОВА, канд. психологічних наук, доцент,  
Криворізький національний університет

## **РОЗВИТОК ТВОРЧОЇ АКТИВНОСТІ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МОБІЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ**

Формування національної парадигми освіти й виховання, перехід освіти України на ступеневу систему навчання ставлять нові завдання перед професійною освітою, метою якої є формування компетентних фахівців, здатних максимально реалізувати свій потенціал у конкретній сфері трудової діяльності. У зв'язку з цим гостро постає питання про впровадження творчої підготовки студентів у навчально-виховному процесі закладів вищої освіти.

Творчість являє собою, згідно з уявленнями сучасної психології, одну з основних цілей і засобів фахової підготовки і, ширше, всієї системи виховання, навчання й формування особистості. Крім того, у творчості закладено великий психотерапевтичний потенціал, оскільки вона сприяє підвищенню емоційного тону, посиленню емоційно-вольової та інтелектуальної саморегуляції.

При цьому не менш важливу роль відіграє організація творчості студентів з метою активізації їх професійного мислення, стимуляції їх допитливості, винахідливості. Зважаючи на це, важливу роль у стимуляції у студентів інтересу до творчості при вивченні навчальних дисциплін відіграє діяльність викладача, спрямована на:

- добір навчальних задач професійного спрямування, що потребують творчого перероблення, узагальнення, систематизації, умінь і навичок порівнювати й аналізувати вже відоме; експериментування; пошук;

- створення умов для розвитку ситуативного інтересу, який відіграє роль «пускового» механізму у здійсненні діяльності;

- використання ігрових моментів, що стимулюють виявлення самостійності студентів, їх творчих можливостей.

Активізації і розвитку професійного мислення студентів у навчально-виховному процесі сприяє використання тренінгових занять зі спецдисциплін із використанням тестових і творчих задач професійного спрямування. Творчий тренінг – це система спеціальних занять зі спецдисциплін, на яких створюються сприятливі психологічні умови для реалізації творчого потенціалу студентів, їх розвитку і засвоєння прийомів творчої діяльності. Одне з основних завдань проведення тренінгу – це стимулювання інтересу студентів до проблеми, для вирішення якої необхідне набуття знань і умінь, та розв'язання цієї проблеми через практичне застосування набутих знань. Творчий тренінг завжди орієнтований на самостійну діяльність студентів протягом певного проміжку часу. Він передбачає використання різноманітних прийомів і засобів навчання та інтегрування різних знань. Іноді умови не дозволяють використовувати тренінгове заняття в повному обсязі як форму організації навчально-виховного процесу. У такому разі доцільно на заняттях використовувати елементи тренінгу, на що достатньо відводити 10 – 15 хв. кожного заняття.

Поняття «мотиваційний тренінг» у сучасній психології використовується для визначення непрямого впливу на особистість. Для формування професійної мобільності потрібен саме такий вплив, який сприятиме розвитку інтересу до професійної діяльності, активності, творчого ставлення до справи, креативності як якості професійного мислення.

Застосування мотиваційного тренінгу усуває протиріччя між нормованою системою знань і творчістю, нестандартним розв'язанням завдань. Саме тому тренінг відносять до організованого, а не стихійного навчання, оскільки він орієнтований на цілеспрямоване формування професійно компетентної особистості. Всі вправи тренінгу, спрямованого на формування професійної мобільності, можна проводити викладачам у формі гри або включати елементи гри. Адже створення ігрової ситуації на занятті призводить до того, що студенти, захоплені грою, непомітно для себе та без особливого напруження набувають певних знань, умінь і навичок.

Отже, використання даного мотиваційного мисленнєвого тренінгу з використанням рольових ігор на заняттях буде сприяти розвитку творчих здібностей студентів, оскільки у самій природі рольових ігор закладені передумови розвитку гнучкості та продуктивності мислення.

**ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ МОБІЛЬНОСТІ  
СТУДЕНТІВ В УМОВАХ МАГІСТРАТУРИ**

Динамічні глобалізаційні та інтеграційні процеси у суспільстві, орієнтація соціально-економічних систем на міжнародний простір та перетворення ринкових відносин викликали потребу у конкурентоздатних фахівцях. Водночас, необхідність рівноваги між запитами суспільства, рівнем професіоналізму науково-педагогічних працівників і якістю підготовки випускників закладів професійної освіти актуалізує потребу викладачам вищої школи, здатних до реалізації творчого потенціалу, професійного зростання, самоактуалізації у науково-педагогічній діяльності. Одним із визначальних чинників, що забезпечує усунення таких протиріч, є формування професійно-педагогічної мобільності студентів в умовах магістратури.

Необхідність формування професійно-педагогічної мобільності магістрантів зумовлена специфікою діяльності викладача закладу вищої освіти в умовах змін освітньої парадигми. Потрібен принципово новий погляд на професійно-педагогічну підготовку фахівців другого рівня вищої освіти, результатом якої є сформованість не лише фахової компетентності випускників, але й професійно-педагогічної мобільності. Вона є інтегративною властивістю особистості, що представляє динамічний стан індивіда, здатного гнучко адаптуватися до зміни змісту і умов як професійної, так і педагогічної діяльності, що усвідомлює необхідність безперервної самоосвіти і вмєє з його допомогою підтримувати свій професійно-творчий і соціальний потенціал.

Стратегія формування професійно-педагогічної мобільності студентів в умовах магістратури повинна полягати в проектуванні освітньої системи, яка відображає логіку розвитку її компонентів і базується на системному, компетентнісному, суб'єктно-діяльнісному, міждисциплінарному та особистісно-орієнтованому підходах.

Структура професійно-педагогічної мобільності магістрантів охоплює компоненти: ціннісно-мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний, творчо-рефлексивний і професійно важливі якості. Їх формування здійснюється безпосередньо через зміст дисциплін циклу професійно-практичної підготовки, методики викладання дисциплін за фахом та науково-педагогічної практики. Обов'язково при цьому враховуються загальнодидактичні принципи (науковості та доступності; системності й послідовності навчання; практичної спрямованості навчання; раціонального поєднання колективних та індивідуальних форм і способів навчальної роботи й т. ін.), специфічні принципи (людиноцентризму, творчості, академічної автономії, креативності, інноваційного розвитку тощо), а також андрагогічних принципів (пріоритетності самостійного навчання, елективності навчання, рефлексивності, актуалізації результатів навчання тощо).

Окрім змісту й принципів навчання на формування професійно-педагогічної мобільності студентів в умовах магістратури впливають методи навчання, а саме: вирішення виробничих завдань, імітаційні вправи, ділові ігри, ігрове проектування, тренінги під час вивчення вивчення і фахових, і психолого-педагогічних дисциплін. Вони сприяють зміні ставлення студентів до процесу навчання взагалі. Беззаперечно, що такі активні методи навчання, з одного боку, підвищують мотивацію магістрантів, а з іншого, – стають інструментом у їх подальшій науково-педагогічній діяльності в умовах закладу вищої освіти.

Зовнішнім проявом організації процесу формування професійно-педагогічної мобільності майбутніх викладачів є форми організації навчання, під час яких реалізуються зміст освіти та зміст навчання, формуються фахові та педагогічні компетенції студентів.

Досвід показує, що проведення занять з «Методики викладання дисциплін за фахом» у формі науково-педагогічної гри (коли кожен студент має можливість побути в ролі викладача й провести фрагмент заняття в той час, як інші студенти виконують одночасно і роль студентів, і викладачів, присутніх на занятті у свого колеги) сприяє, окрім вироблення методичних умінь у магістрантів, формуванню навичок комунікації, відпрацюванню практичних навичок прийняття рішень, стимулюванню творчого мислення, об'єктивній оцінці та здійсненню зворотного зв'язку, навчанню в дії, розвиткові професійних навичок студентів.

## Секція 15 – РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОГО МИСЛЕННЯ ТА МЕТОДОЛОГІЙ ВИРОБНИЧОГО ЗРОСТУ СУСПІЛЬСТВА

УДК 303.445: 141.3

В.Ф.КАПЦА, д-р філос. наук, професор, Криворізький національний університет

### КОНСТРУКТИВНА НОМОНОЛОГІЯ НООСФЕРНОГО МИСЛЕННЯ ТА ІМПРІНТИНГ ЛОГОНОМОСІВ ДОСЛІДНИХ ПРОГРАМ В НООСФЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ З НТ-ВИРОБНИЦТВА НОО-ІННОВАЦІЙ

Конструктивна номонологія ноосферного мислення представлена частиною регулятивно-методологічної системи загальної номонології ноосферного розуміння світу, ноо-мислення і ноо-пізнання і має за мету цілеспрямоване продукування дослідних знань в інноваційних ноо-наукових програмах з ноосферних технологій. Ноо-мислення приймає конструктивно-номонологічний і законопокладений характер у тому сенсі, що творчі суб'єкти набувають унікальної ноо-ментальної здатності до креативного синтезу ноо-знань способами перетворення «рефлексивних ноосів» (методологічної ноо-рефлексії) в «реалізовані номоси» предметних знань, представлених в ноосферних технологіях і ноо-інноваціях. В якості «методологічних номосів» регулювання ноо-наукових досліджень вони стають логономосами створення інноваційних дослідних програм і «конструктивними логономосами» з розробки ноосферних технологій на основі відповідних НТ-практисів в системі «практисіологічного виробництва» креативних діяльностей під ноо-ментальні здібності творчих суб'єктів [1].

Так, за логономосом регулятивно-методологічної номонології РМН-1 можна створювати операційні методи інформаційно-семантичної валідності і розробляти ноо-технології когерентно-континуального визначення (з часопросторовим регулюванням майбутніх станів об'єктів а на основі стробоскоп-ефекта). За логономосом РМН-2 створюються операційні методи фрактально-композиційного конфігурування дійсності та її інформаційно-семіотичної валідності, що дозволяють розробляти ноо-технології масштабної інверсії в змінених координатних вимірах (на основі гіроскоп-ефекту). Логономос РМН-3 дозволяє створити проектно-референтивні методи інноваційно-випереджальної реальнісної ідентифікації (в нових онтосах) і розробляти ноо-технології референтивного моделювання в проектних матрицях зміненої реальності (енактивні ноо-технології). За дією логономоса РМН-4 створюються методи програмуючого креативного синтезу і розробляються ноо-технології «управляємої реальності» (в модуляційному дифузорі спектрально-матричних проекцій). Логономос РМН-5 дозволяє створити єдину методологічно-регулятивну систему з розробки ноо-технологій на основі квантування реальності в ноометричному реалогнозисі (операційна ноо-гностична реальність в модульованих онтосах).

Всі ці операції можна здійснити способами програмованого імпрінтингу логономосів у відповідних дослідних програмах з розробки ноо-технологій і проектних ноо-інновацій на основі моделювання НТ-практисів та ІТ-програмування практисівиробництва в різних «лінійках» ноо-технологій зведених в програмно-матричних комплексах функціонально-творчої самореалізації креативних суб'єктів). Серед них: НТ епістемологічного конструктивізму, енактивні ноо-технології, антропотехнології в НТ-практисах «формайта людини», НТ в моделях операційного ноо-реалогнозиса (ОНР), екологотронні ноо-технології, НТ «каскадного трансцензуса», актотвісторні ноо-технології, НТ-проекційної реальності активних об'єктів, НТ стереодинамічних реальностей (в паралельних онтос-проекціях мультиверса).

На цих підставах формується ноосферна методологія наукового пізнання (НМНП) як базисна номонологія організації і здійснення ноосферно-пізнавального процесу на висхідних принципах, системних підходах і засадах ноо-науки. Подібний тренд задавали у своїх базових концепціях І.Локатос [2] та К.Поппер [3]. В нашій концепції НМНП номонологічно вибудовується на розроблених стандартах раціональності ноо-науки, номосах ноосферного мислення, онтології і гносеології ноо-науки, внутрішньої топології її інноваційних структурних складових, логономосах розробки ноо-наукових дослідних програм, що дозволяють створювати ноосферні технології та методологічно задіювати їх в якості НТ-практисів та конструктивів проектних ноо-інновацій.

#### Список літератури

1. Капіца В.Ф. Філософія і методологія ноо-науки: дослідні програми з ноосферних технологій та НТ-практиси проектних ноо-інновацій. – Кривий Ріг.: Видав.центр, 2019. – 936с..
2. Лакатос І. Методологія дослідницьких програм. – М.: АСТ, 2003. – 380с.
3. Поппер К. Логика научного исследования. – М.: Республика, 20015. – 447с.

## РОЗВИТОК НООСФЕРНОГО СВІТОРОЗУМІННЯ НА ФІЛОСОФСЬКО-МЕТОДОЛОГІЧНИХ ЗАСАДАХ ФІЛОСОФІЇ НАУКИ

Розвиток ноосферного світорозуміння в культуросфері сучасного соціуму набуває актуальності. Ноосфера при цьому виконує інформаційно-пізнавальну функцію в космічно-розширеному масштабі пізнавальних пошуків сучасної науки, котра формує сучасний науковий погляд на фундаментальну структуру буття. першочерговим завданням сучасною науки стає створення епістемології ноосферних знань на основі ноосферного світорозуміння. Для цього необхідно проведення відповідних онтологічних і гносеологічних досліджень на філософсько-методологічних засадах філософії науки та розроблення інновацій за стандартами раціональності науково-дослідних програм. Ноосферно-синергетична реальність виникає як окрема реальність космічної інформації, духовно-ідеальний феномен.

Рушійною силою розвитку нової реальності повинна стати сфера розуму, з її як матеріальним, так і ідеальним утворенням. Інформаційний потенціал сучасного суспільства перетворюється в інформаційну техносферу, в котру входять засоби обчислювальної техніки та інформатики, засоби інформаційно-телекомунікаційних систем, системи телебачення, радіозв'язку і других видів зв'язку і передачі інформації тощо.

Процеси розвитку природи і суспільства повинні ґрунтуватися на науковому розумінні природних і соціальних процесів, які приведуть до становлення нової реальності з новою перетворюючою діяльністю людини. Це особлива когнітивна поведінка суб'єктів більш високих рівнів соціальності, де наявна реалізація повсякденних взаємодій, трансформованих в реальний когнітивний продукт конкретних взаємодій.

Подібним чином на місце існуючого соціального порядку, що зберігає цілісність суспільства і спрямування індивідумів, устанавлюється когнітивний порядок культуросферної дійсності як більш високої когнітивної і креативно-синергетичної реальності, що безпосередньо відображає потреби людей у вищому та справедливому бутті і життєдіяльності. Ноосферний рівень пізнавальної активності надає філософсько-науковим дослідженням на цьому напрямі необхідної свободи, щоб здійснити ці інноваційні пошуки на основі суб'єкт-об'єктної єдності буття і мислення в його ноосферному розумінні та вищевимірній світорозумовій представленості [1]. Змінюється саме філософське осмислення природи, а з ним – і світорозуміння, яке виводить культуру і знання на вищий духовно-творчий рівень, де повноцінно розвивається ноосферне буття у високовимірній креативно-синергетичній реальності.

Ноосфера об'єктивно пов'язана з процесом перетворення першоприроди людиною в інтересах вільно мислячого людства як єдиного цілого, котре створює для свого подальшого розвитку нове середовище. Це новий стан біосфери, де обмінні процеси регулюються і контролюються на підґрунті розумного узгодження з даними науки про природу і наукове знання про перетворення природи. Одночасно В.І. Вернадський добре усвідомлював зв'язок ноосфери з суспільством, гуманітарними науками і розумів, що тут потрібне окреме дослідження і філософське осмислення. Він приходив до висновку, що "епоха ноосфери потребує глибокого синтезу суспільних і природознавчих наук" [2].

Загалом повинна розвинутисть "культурно-інформаційна суспільна система" зі своїм духовно-творчим базисом, соціокультурними відношеннями та інститутами. Створюється необхідність формування нового розуміння суспільства та трансформації техноінформаційного суспільства в суспільство інформаційної культури, в культуросферу, що здатна генерувати креативно-синергетичну реальність, в котрій можливий розвиток ноосферного буття соціогуманітарного і культурогенного типу.

### Список літератури

1. **Капіца В.Ф.** Гносеологічні перетворення знання і ноуменальне пізнання. Кривий Ріг: Видав. центр, 2011. – 387 с.
2. **Моисеев Н.Н.** Оправдание единства. Комментарии к учению о ноосфере. М.: Мысль, 1990.
3. **Гнятюк Л.В.** Сознание как энергетическая система. Сумы: Изд. «Университ.кн.», 1999. – 400 с.

## МЕТОДОЛОГИЯ ВЗАИМОУСЛОВЛЕННОСТИ НООСФЕРЫ И ГОСУДАРСТВА РАЗУМА

Философы в своих трудах всегда рассматривали и оценивали разумную сущность человека, особенности ее проявления и влияния на организацию своего социального бытия. В самом начале XIX в. И.Г.Фихте обратил внимание на многочисленные очевидные факты, указывающие на зарождение и становление "государства разума». в котором присутствует четкое разделение отраслей труда, имеется свободное и сообразное с разумом устройство и регулирование человеческих отношений [1]. Дальнейший исторический процесс глобального качественного развития общества исследовал В.И.Вернадский, который пришел к открытию и обоснованию перехода биосферы Земли и мирового сообщества в состояние ноосферы (сферы разума).

В настоящее время происходит лавинообразное приращение знаний, обогащающих содержание ноосферы. Новые условия ноосферизации социума требуют соответствующей теоретической корректировки антропологической парадигмы, раскрывающей сущность, характер и методологию взаимозависимости сознания и социального бытия. Широко известна концепция К. Маркса, в данном вопросе, полагавшего, что «не сознание определяет жизнь, а жизнь определяет сознание» [2]. Однако, в данном случае следует исходить из того очевидного положения, что отраженная и осмысленная человеком объективная реальность, в итоге обретает форму знаний и становится достоянием ноосферы, посредством которой в дальнейшем определяется весь спектр разумных оснований в организации жизни индивидов в социуме. Следовательно, ноосферная цивилизация базируется на уточнённой антропологической парадигме, гласящей, что жизнь определяет сознание людей, а сознание, в свою очередь, активно влияет и определяет содержание жизни каждого индивида, общественного объединения, государства, планетарного сообщества в целом.

Примечательно, что жизнь человека в государстве разума, сопровождается его систематическим и разноплановым взаимодействием не только с обществом, но и ноосферой. Следовательно, в методологическом аспекте индивид представляет собой биполярное связующее звено и одновременно он является основным творцом ноосферы, её продуктом, носителем и потребителем. Процесс образования и творения ноосферы, т.е. наполнение её содержанием предполагает нахождение и открытие индивидами новых истинных знаний о нашем мире. Это происходит тогда, когда человек в качестве субъекта целенаправленно взаимодействует с естественной природой и обществом, обнаруживает новые, ранее неизвестные свойства, которые он осмысливает, постигает своим разумом и делает достоянием ноосферы человечества.

Вместе с тем и в то же время человек является продуктом ноосферы. Процесс социализации человека, начиная с раннего возраста, предполагает освоение им извлеченных из содержания ноосферы и действующих в социуме правил, традиций, стандартов жизни. Наконец, дальнейшая трудовая и социальная деятельность, семейная жизнь индивидов также регламентируются соответствующими нормами права, законами, цивилизационными ценностями, формирующими их как личность. Характерно, что человек остается главным материальным носителем ноосферы, поскольку лишь его мозг и разум приспособлены осознавать и понимать добытые человечеством знания. При этом человек изобретает всё более совершенные средства, помогающие ему хранить информацию, например, письменность, графика, компьютерная техника, опредмеченные знания второй природы. Совершенно очевидно также, что на нашей планете нет другого существа, кроме человека, разумно употребляющего, использующего в своей жизнедеятельности богатства ноосферы.

В общеметодологическом аспекте очевидно и не вызывает сомнения, что произведённая человеком ноосфера, превратилась в духовное планетарное образование, задающее стандарты, образцы, нормы не только для индивидуальной жизни, но и для отдельных государств и мирового сообщества в целом.

### *Список литературы*

1. Фихте И.Г. Основные черты современной эпохи. Соч.Т.2. СПб, 1993. – 375с.
2. Маркс К. Немецкая идеология. Изб. соч. т.1.: М., 1979. – 640с.



## ВИКОРИСТАННЯ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ СОЦІАЛЬНОЇ РОБОТИ З ДЕМОБІЛІЗОВАНИМИ ВІЙСЬКОВИМИ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ

Сьогодні однією з найважливіших проблем у сфері соціальної роботи в Україні є проблема організації допомоги демобілізованим військовим, кількість яких на кінець 2018 р. становить більше 350 тис. осіб, з яких близько 320 тис. мають посттравматичний синдром [1]. Громадські та міжнародні організації намагаються сприяти адаптації ветеранів у суспільстві, однак залишається багато невирішених питань у сфері повсякденності, у процесі подолання хворобливого психологічного стану тощо. Причинами цього є, по-перше, відсутність державної програми з надання комплексної допомоги демобілізованим військовим та їхнім родичам (роз'яснення, лікування, ресоціалізація, профілактичні заходи тощо), по-друге, відсутність достатньої кількості кваліфікованих кадрів, що мають досвід роботи з психотравмами. Саме тому плідним вважаємо використання досвіду соціальної роботи з колишніми військовими в інших країнах світу.

Зауважимо, що соціальна робота розпочинає свою історію в країнах Заходу з початку ХХ ст. і все активніше входить у життя людей. Особливо цінним є досвід країн, що переживали тривалі військові дії. Так в Ізраїлі функціонує мережа закладів допомоги колишнім учасникам військових конфліктів – «Дім воїна», що фінансується державою і благочинними організаціями. Ці установи надають ветеранам та їхнім родинам психологічну, медичну допомогу, включають їх у творчу працю, залучають до культурних заходів. Обстеження кожного військового, що брав участь у бойових діях, є обов'язковим з 2002 року. Особливість ізраїльського підходу до соціальної роботи з демобілізованими полягає у тому, що їх вважають не хворими, а такими, що потребують допомоги у соціальній адаптації, у поверненні до мирного життя.

У США, де створено спеціальне Міністерство у справах ветеранів, також накопичений достатній досвід вирішення окресленої проблеми. В країні налічується 750 шпиталів та клінік для військових, а у 2011 році створена державна система соціальної та психологічної адаптації, що включає більше 600 центрів по країні.

Специфіка американського досвіду реабілітації – у широкому використанні спілкування з тваринами (у першу чергу, з собаками), завдяки чому терапія стає ефективнішою, суттєво покращується емоційний стан людей, легше протікають адаптаційні процеси. Одним із дієвих способів реабілітації ветеранів є іпотерапія, що використовується у роботі спеціалізованих військових шпиталів у межах програми «Horses of Heroes».

Корисним може бути й досвід Шрі-Ланки, де після завершення конфлікту між державною владою та військовим формуванням «Тигри визволення» у 2009 р. була створена Служба верховного комісара з питань реабілітації людей, що брали участь у військових конфліктах. Головним завданням Служби є надання допомоги військовим у процесі повернення до мирного життя шляхом включення їх до психосоціальних, духовних, творчих, освітніх практик тощо. Дієвою виявилася спеціально розроблена програма «4R»: rehabilitation, return into society, reintegration, reconciliation (реабілітація, входження у суспільство, реінтеграція, примирення). З часом, враховуючи специфіку поліетнічного культурного простору країни, програма була розширена духовно-релігійною складовою.

Специфіка підходу до вирішення проблем демобілізованих військових в Японії та Франції полягає у створенні можливостей перекваліфікації (ще під час проходження військової служби), працевлаштування і пільгового кредитування для організації власного бізнесу після звільнення.

Отже, спираючись на досвід інших країн, українським спеціалістам необхідно терміново розробити та втілити у життя власну модель реабілітації демобілізованих військових, з урахуванням особливостей соціально-економічної складової, духовних та культурних аспектів, з метою забезпечення повноцінного життя ветеранів та їхніх родин.

### *Список літератури*

1. <https://www.unn.com.ua/uk/news/1688458-psykholohichnoi-reabilitatsii-potrebut-90-demobilizovanykh-z-ato-viiskovykh>

**РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНО-ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ В ІНФОСФЕРІ СУЧАСНОГО СУСПІЛЬСТВА**

Сьогодні чи не найбільш вживаними на різних рівнях спілкування і в наукових дослідженнях є словосполучення «інноваційний підхід», «інноваційні стратегії розвитку», «інноваційно-творче мислення». Але це не «ноу-хау», оскільки людина завжди прагнула до нового життя, мріяла про нього, поєднуючи з ним надії на щастя, свободу, добробут. Сподівання на краще, на нове сприяли появі різного роду проектів – наукових, соціально-економічних, художніх, в яких концентрувалися прагнення людини на гідне буття. Очевидно, цим і пояснюється широкий інтерес до проблем інноваційно-творчого мислення сьогодні. Названий феномен потрібно розглядати комплексно, у взаємозв'язку з сучасною соціально-економічною і культурною ситуацією. Лише тоді можна визначити можливості і перспективи інноваційного розвитку країни. Але для цього потрібно усвідомити, в якій реальності існує світ і людина.

Проте найважливіше полягає у тому, що інновації – не тільки нововведення але й здатність до нового мислення, до переосмислення існуючих теорій, сталих істини, правил та норм поведінки в науці, освіті, виробництві, політиці, культурі тощо. Ніяке нововведення не відбувається, якщо мислення саме не буде інноваційним. Крім того, сама динаміка мінливого світу вимагає інноваційного мислення. Проникаючи в сутність реалій, інноваційне мислення здійснює зворотний вплив на їх розвиток, в кінцевому рахунку на темпи і якість суспільного розвитку, на спосіб діяльності і поведінку соціального суб'єкта – людини, колективу, спільноти [1-2].

Інноваційно-творче мислення – це дійсність сучасності. Інноваційний процес – це процес, пов'язаний зі створенням, освоєнням і поширенням інновацій, отриманням нових знань. Неодмінними властивостями інновацій є науково-технічна новизна та виробнича застосовність. В умовах, коли інформація стає основним ресурсом, ми маємо усвідомити, що зміна культури, людини, цінностей, мислення неминуха. Чим далі, тим більше людство відходить від традиційних парадигм мислення і виробляє нові інноваційні традиції, звички, форми спілкування тощо.

Водночас у ситуації сучасного, постеконічного суспільства ми увійшли в систему нових цінностей. Ці зміни не обмежуються технологічними нововведеннями, а докорінно перетворюють усю соціальну структуру. Про це красномовно свідчить наше сьогоднішнє, яке все більше і більше демонструє новації на нововведення в культурі, політиці, мистецтві. В результаті динамічних трансформацій сучасної цивілізації найважливішою рисою сучасності є незворотні зміни в характері людської діяльності, її перехід з трудової у творчу [2]. Оскільки творчість – це завжди створення нового, від якого залежить поступ суспільства шляхом прогресу, то інноваційний розвиток, інновація – це творчий процес.

Постіндустріальна мисляча інноваційна людина характеризується здатністю збереження своєї природної унікальності, вирішуючи новаторські, завжди ексклюзивні задачі, оскільки повторення її рішення стає способом буття сконструйованої технології. Людська діяльність, творче мислення, активність узагалі взаємозв'язані з суспільною свідомістю. Справді, діяльність в усіх випадках доцільна, вона завжди планує певне майбутнє, формуючи мету та досягаючи її. Загальноновизнаний факт: сучасна постіндустріальна цивілізація пов'язана з корінним поворотом у систему відносин «людина-виробництво», а саме з тим, що сучасна економіка дедалі набуває інноваційності.

Переступивши поріг XXI століття і всебічно оцінюючи досягнення науково-технічного прогресу, як уважають провідні філософи науки і освіти, негативні явища, пов'язані з попереднім розвитком науки і технологій можуть бути повністю подолані, проте лише за допомогою раціонального соціально й економічно орієнтованого застосування нових творчих результатів в науці, що є основою високих і наукоємних технологій.

*Список літератури*

1. **Антонюк Л. Л.** Інновації: теорія, механізм розробки та комерціалізації / **Л. Л. Антонюк, А. М. Поручник, В. С. Савчук.** – К.: КНЕУ, 2003. – 394 с.
2. **Йонас Г.** Принцип відповідальності. У пошуках етики для технологічної цивілізації / **Г. Йонас.** – К.: Лібра, – 2011. – 400с.

## НОВІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНОГО МИСЛЕННЯ СУЧАСНОЇ МОЛОДІ

Принципові зміни, які відбулися в особистісному, поведінковому та когнітивному розвитку сучасної молоді під впливом електронних засобів інформації, вимагають принципово іншого підходу до розробки змісту і технологій навчання і, відповідно, до вироблення нових критеріїв оцінки якості навчання.

Стиль мислення молоді сьогодні за рахунок постійного спілкування з мас-медіа - образно-емоційний, і саме на цьому побудована інформація, що подається за допомогою засобів масової інформації. Мислення студентів все менше тяжіє до абстрактних побудов. При цьому засвоюється насамперед те, що має значний емоційний градус. Все це йде врозріз з вербальним, декларативним стилем викладу навчальної інформації, що призводить до явища когнітивного дисонансу. Масовий вплив ЗМІ фактично закриває людині фазу роздумів - найважливішу фазу формування розумових структур.

Нова методологічна платформа ґрунтується на тому, що обсяг інформації, накопиченої людством, глобально перевершує той обсяг знань, який може бути засвоєний окремою людиною. Для того, щоб фахівець був дійсно ефективним йому необхідно вміти генерувати нові знання і технології, і саме на цьому повинен робитися основний акцент у визначенні готовності випускника до професійної діяльності. Відповідно нова освітня стратегія орієнтована не на систематизацію знань і засвоєння чергового основного ядра інформації, зміст якого завжди є дискусійним, а на розвиток здібностей і мотивації до генерування власних наукових ідей. Таким чином, навчання повинно здійснюватися в процесі власних наукових досліджень. Сучасна освітня парадигма повинна бути орієнтована на стимуляцію студента до створення нового знання, а не на його обговорення і верифікацію. Основні принципи навчання в рамках нової методологічної платформи:

- розвиток особистості не тільки через сферу рацію, але й через сферу несвідомого, формуючи у неї комунікативні, поведінкові, емоційні, рухові стереотипи психічної активності, що забезпечують продуктивну самореалізацію особистості;
- системний моніторинг розвитку не тільки вербально-теоретичного, але й практичного та соціального мислення;
- навчання через власні наукові дослідження, вирішення конкретних науково-практичних проблем;
- навчання на основі інтеграції традиційного та віртуального освітнього простору;
- розвиток особистості в інтеграційному освітньому просторі на основі максимального задоволення її індивідуальних потреб;
- перехід у розвитку когнітивної сфери від "передачі знань" та акцентуації понятійного апарату, на основі перманентного пошуку універсального ядра інформаційної бази предмета, до розвитку універсальних механізмів мислення і здатності до генерування нових наукових і технологічних ідей;
- навчання на основі авторського наповнення студентами освітнього простору мережі Інтернет (взаємонавчання в мережі);
- перехід від системного підходу у навчанні - до навчання на основі вирішення конкретних проблем, що передбачає самостійне одержання інформації за рахунок її більш високої мотиваційної забезпеченості;

Вища освіта 21-го століття передбачає опору на нові методологічні підстави та інноваційні освітні технології, що забезпечують відповідність реаліям інформаційного суспільства.

### Список літератури

1. Г.А Берулава, М.Н. Берулава Методологические основы развития системы высшего образования в информационном обществе// Педагогика: научно-теоретический журнал. – 2017. - №4. – с.11-17
2. Г.А. Берулава, М.Н. Берулава Новая методология развития личности в информационном образовательном пространстве//Педагогика: науч.-теорет. Журн. – 2015. №4. с.11-20
3. Мельник О.Л. Інтеграційні процеси в освіті (соціально-філософський аспект). – автореферат. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://rada.kpi.ua/files/oksana\\_melnik\\_autoreff.doc](http://rada.kpi.ua/files/oksana_melnik_autoreff.doc).

О.П. ЧУМАЧЕНКО, кандидат культурології,  
Криворізький коледж Національного авіаційного університету

## ІННОВАЦІЙНІ ОСВІТНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ СУСПІЛЬНИМ ДИСЦИПЛІНАМ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ТВОРЧУ СФЕРУ ОСОБИСТОСТІ

Актуальність даної тематики полягає у тому що специфіка використання інформаційних технологій у розробці тестових завдань з соціально-гуманітарних дисциплін безперечно пов'язана з багатьма чинниками розвитку сучасної інформаційної освіти, з концепцією інформаційної творчості а також з модернізацією української системи освіти в контексті процесів глобалізації.

Поняття «інформаційне суспільство» у своїх працях розглядав Ф. Уебстер. Дослідник визначив, що поняття «інформаційне суспільство» розглядається у технологічному, економічному, просторовому та культурному аспектах. Завдяки інформаційному простору культурні цінності і освіта стають більш доступними. Візьмемо за основу саме цю тезу Уебстера. Інформаційне суспільство у якому головним інструментарієм виступають інформаційні технології пропонує і новий формат використання тестових завдань наприклад у сфері соціально-гуманітарних дисциплін.

В інфраструктурі сучасного інформаційного суспільства визначальною стає інтелектуальна творчість, котра сприяє становленню нового типу суспільства з «префігуративною культурою» (М. Мід), орієнтованого головним чином на майбутнє. Саме зараз ми маємо нове суспільство, це наші студенти, які належать до цього типу суспільства. В сучасних умовах дуже складно заінтригувати дітей до навчання, тому що саме інформаційна творчість створює і негативні і позитивні моменти в навчанні. Діти настільки добре орієнтуються у інформаційних потоках, що завдання викладача практично зведено до мінімуму, вони не потребують його допомоги, вони користуються інноваційними технологіями і можуть знайти відповідь на любе питання. Як же зацікавити їх? Що зробити нового щоб привернути увагу студентів?

Ми пропонуємо мобільний додаток на основі системи Android, який має назву «Художня культура» (тести) для студентів вузів III-IV рівня акредитації. У чому ж полягає специфіка використання мобільних додатків при розробці тестів з соціально-гуманітарних дисциплін. По-перше, потрібно визначитись з курсом, це загальна методика, або відповідний курс соціологія, історія, культурологія або якісь інші. По-друге, визначитись з кількістю розділів, наприклад програма «Художня культура» має 6 розділів: Структура та функції культури, культура Давньої Греції, культура Стародавнього Риму, культура Візантії, культура Стародавнього Єгипту, культура Відродження.

Далі, перш ніж програма попадає до програмістів потрібно зробити вручну базу даних. Вона створюється у спеціальній таблиці, де є запит та чотири варіанти відповідей, правильна виділяється окремим кольором. Усі відповіді мають спеціальні візуальні зображення, які допомагають студенту краще орієнтуватися в матеріалі. Таблиця розробляється приблизно 3-4 місяці, питання по даній дисципліні охоплювали весь матеріал, починаючи з теоретичної частини, та охоплюючи різні жанри мистецтва. Курс включає в себе питання з музики, живопису, скульптури, хореографії, історії, моди, одягу, військової справи, багато питань, які охоплюють історико – культурологічний контекст. Таким чином, специфіка використання інноваційних технологій у розробці тестів з соціально-гуманітарних дисциплін полягає у відкритості інформації, у доступності, у систематизованій подачі матеріалу, в розвитку асоціативних та візуальних здібностей студентів.

Практична цінність дослідження підтверджується свідоцтвом про реєстрацію авторського права № 77492 на «Методичну розробку тестових завдань з дисципліни «Художня культура (культурологія) для студентів ВНЗ III–IV рівня акредитації» (свідоцтво видано Міністерством економічного розвитку і торгівлі України 12 березня 2018 р).

### Список літератури

- 1 **Берегова О. М.** До визначення поняття комунікації : філософсько культурологічні дискурси / **О. М. Берегова** // Актуальні проблеми історії, теорії та практики художньої культури : зб. наук. праць. – К. : Міленіум, 2004. – Вип. XII. – С. 25–33.
2. **Джинчарадзе Н.** Інформаційна культура / **Н. Джинчарадзе.** – К. : Укр. пропілеї, 1999. – 148 с.

**ФЕНОМЕН «МАЙДАНУ»****ЯК СОЦІАЛЬНО-ІНЖЕНЕРНИЙ МЕТОД ЗНИЩЕННЯ УКРАЇНИ**

Вже минуло 5 років після українського Євромайдану. Цей період наочно продемонстрував, що Україна досі тоталітарна, олігархічна країна. У постмайданному українському суспільстві немає свободи слова і не дотримуються права людини. На жаль, Україна не перетворилася на передову Європейську країну і все більше стає аналогом Росії або Північної Кореї. Виникає цілком слушне і риторичне питання: чи можна Майдан називати революцією?

Якщо звернутися до традиційного визначення поняття «революція», то цей політичний термін означає наступне: «коренной качественной переворот в социально-экономической структуре общества, скачок от исторически изжившей себя общественно-экономической формации к более прогрессивной» [1, с. 478]. Після Євромайдану в Україні влада залишилася в руках тих же чиновників-управлінців, що були раніше. Навіть новий Президент П. О. Порошенко – це колишній член «Партії Регіонів», який при В. Ф. Януковичі обіймав посаду міністра. Форма власності в Україні теж не змінилася. До Євромайдану Р. Л. Ахметов, Д. В. Фірташ і ряд інших олігархів володіли ресурсами, копалинами, заводами, шахтами і фабриками всієї країни. Після «Революції Гідності» вони так і залишилися при своїй власності. Державний лад, політичний режим зовсім не змінилися, а стали ще більше тоталітарними та диктаторськими.

Що ж таке Майдан для України? Євромайдан не можна назвати революційним процесом. Під час Майдану «верхи» прагнуть залишити все так, як їх влаштовує. «Низи» не знають, що конкретно вимагати від «верхів», і що потрібно міняти. Майдан – це штучно створений «верхами» соціальний процес для перерозподілу влади, і, для відволікання уваги «низів» від нагальних проблем. Майдан – це інструмент. Функція Майдану – перезавантаження системи.

Сучасні соціологи виділяють 5 типів соціальних змін: маятниковий, колоподібний, лінійний, спіралевидний, хвильовий [2, с. 315]. У випадку з Україною останні 20 років ми маємо справу з маятниковим типом соціальних змін. На Україні склалася парадоксальна ситуація, коли майже кожні 5 років керування країною переходить від влади до опозиції. А кожні 10 років відбувається так званий Майдан, і, алгоритм повторюється. При цьому, маятник соціальних змін постійно коливається між помаранчевими «націоналістами-майданівцями» та біло-синіми «регіоналами». На сьогодні соціальні процеси знов рухаються в бік «регіоналів».

Для виникнення Майдану необхідні деякі умови і причини: 1) високий градус зубожіння і невдоволення народу; 2) зростання інфляції і цін; 3) економічний спад; 4) криза демографії; 5) активна пропаганда ЗМІ; 6) розпалювання ненависті (національної, класової, релігійної, мовної, ідеологічної); 7) активне формування зовнішнього і внутрішнього ворога; 8) наявність радикальних кримінальних, націоналістичних та фашистських організацій (угруповань).

Виходячи з обставин, які склалися в Україні, можна зробити наукове припущення, щодо «Третього Майдану». Гіпотетично, новий майдан може спалахнути в період між 2022 – 2025 роками включно. У гіршому випадку, «Третій Майдан» може проявитися вже в кінці 2019 року, на який випадають подвійні вибори: Президентські та Парламентські. Але це лише теоретичне прогнозування. Результати будь-якого Майдану згубні та катастрофічні. Відбувається подальший економічний спад, зростання цін, інфляція, збільшення злочинності, зубожіння народу. Найстрашнішим наслідком Майдану є вимирання українського населення. На сьогодні багато дослідників українського соціуму прогнозують, що через 30 – 40 років в Україні може повністю зникнути соціальний прошарок дітей. Українське суспільство буде складатися лише із пенсіонерів та людей похилого віку. Отже, Майдан – це соціально-інженерний метод знищення України. Майдани вбивають українську націю. Європейські, цивілізовані країни повинні визнати феномен Майдану геноцидом українського народу. Майдан треба трактувати як аналог Голодомору.

*Список літератури*

1. Краткий политический словарь / **Абаренков В. П., Абова Т. Е., Аверкин А. Г.**, и др.; Сост. и общ. ред. Л. А. Оникова, Н. В. Шишлина, – 6-е изд., доп. – М.: Политиздат, 1989. – 623 с.
2. **Назаренко С. В.** Социология: Учебное пособие. 2-е изд. / Сергей Владимирович Назаренко; [ред. Н. Кулагина]. – СПб. : Питер, 2009. – 496 с. – (Серия «Учебное пособие»).

**ТЕОРІЯ «ВСТАНОВЛЕННЯ ПОРЯДКУ ДЕННОГО»  
І МАНІПУЛЮВАННЯ МАСОВОЮ СВІДОМІСТЮ ПІД ЧАС ВИБОРІВ**

В науковій літературі питання пов'язані зі створенням міфів та нової реальності розглядалося неодноразово. Основну роль в цьому процесі відіграє медіасередовище (пов'язані з ним діяльність ЗМІ та журналістів). Основний принцип роботи журналістів – пошук актуальної інформації. Актуальною новина може бути, якщо вона відповідає запитам часу та є сенсаційною, тобто здатною притягнути увагу аудиторії. Це означає, що далеко не кожне, хай і важливе, повідомлення має можливість потрапити до новин. Інформація, що освітлюється в ЗМІ, задає тон інформаційному випуску, формує порядок денний як список основних подій. Отже, основний спосіб конструювання і віртуалізації політичної реальності – встановлення інформаційного порядку денного.

Поняття «формування порядку денного» було введено в науковий обіг в 1972 р. в роботі М. Мак Комбса і Д. Шоу [1]. Порядок денний визначається як послідовність питань, які обговорюються відповідно до їх значущості у суспільстві. Порядок денний є динамічним, попри те, що в певний момент часу обговорюється конкретна політична тема. Динаміка процесу має прояв в постійній зміні тем, розвитку сюжету подій. При цьому відзначається конкуренція тем за оволодіння увагою громадян. Теми конкурують за право бути обговореними і «визначаються як конфлікт між групами, що ідентифікуються, навколо... змістовних питань розподілу позицій або ресурсів». Порядок денний засвідчує, що публіка не здатна усвідомити щільну низку подій реального світу, і з цієї причини покладається на ЗМІ у виборі тієї дійсності, яка може бути важливою для неї.

Цей ракурс діяльності ЗМІ вивчалася відомими західними дослідниками теорії масових комунікацій: Б. Багдикяном, Д. Беллом, Д. Криппендорфом, Н. Хомски. Б. Багдикян стверджує, що «той, хто має можливість першим повідомити новину..., набуває політичної влади – владу, що дозволяє щось розкрити або, навпаки, приховати, про що сказати, а що замовчати, чекаючи слушного моменту, щоб дати потрібне тлумачення виявленому». Більшість корпорацій використовують силу ЗМІ, включаючи головних редакторів до складу директорів своїх концернів. Таким чином вони намагаються контролювати потік публікацій про себе.

Така ситуація змінила відношення до порядку денного, який нині трактується як маніпулятивна техніка. Встановлення порядку денного є введенням в свідомість громадян певного набору сюжетів, який за Е. Дьяковою виконує наступні функції: 1. посилює інтерес суспільства до певних проблем, персон; 2. змінює громадські пріоритети на момент інформаційної кампанії партії, політика; 3. підвищує ступінь артикуляції громадської думки з важливих проблем, що розглядаються в інформаційному порядку денному.

Але окрім інформаційного порядку денного в суспільстві існує і політичний, який пов'язаний з темами, які впливають на процес ухвалення політичних рішень. Оскільки ЗМІ орієнтовані на висвітлення політичних проблем як найбільш актуальних проблем суспільства, то саме політичний порядок денний призводить до корекції медійного порядку денного, а не навпаки. Так президент як фігура, домінуюча в медіа- та політичному просторі, здатний змістити акценти та увагу ЗМІ з інших суспільно-значущих тем.

На основі теорії встановлення порядку денного була розроблена політична технологія, спрямована на формування публічного порядку денного, вигідного зацікавленому політику. Оскільки публічний порядок денний впливає на оцінку електоратом окремих політиків та політичної ситуації то, ця технологія активно використовується у виборчому процесі. І в даному випадку застосовується саме сценарний підхід до формування подій. Створення інформаційного приводу може спиратися на будь-яку тему. Головне для виборчої технології – поява в кадрі політика і оточення його потрібним контекстом.

Саме так ми можемо оцінювати намагання політтехнологів підвищити падаючий з початку 2018 р. рейтинг президента П. Порошенка за допомогою компанії, пов'язаної з популяризацією наприкінці 2018 початку 2019 рр. Томаса в Україні.

*Список літератури*

1. **MacCoubms M.** The Agenda-Setting Function of Mass Media. / **M. MacCoubms, D. Show** // The Public Opinion Quarterly, 1972 – Vol. 36. – № 2. – S. 176–187.

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗАПОВІТУ В УКРАЇНІ**

В Україні, як і у сьому світі питання правового регулювання спадкування досить актуальне. Це пов'язано з тим, що трапляються численні випадки чвар в родинних стосунках після відкриття спадкової маси (після смерті заповідача), коли спадкоємці відповідно до черг спадкування по закону, починають оспорювати спадок. Після цього родинні зв'язки між переліченими особами, іноді, назавжди припиняються, хоча ці спадкоємці (брати, сестри) є найріднішими людьми між собою. Тому дуже важливо попередити подібні ситуації за допомогою застосування у практичному житті такого правового інституту як заповіт. Але в Україні оформлення заповіту не досить популярно серед населення, відтак у 2017 році в Україні померли понад 570 тисячі людей, а кількість підписаних заповітів не перевищила 150 тисяч штук. Про це свідчать дані Державної служби статистики, зазначила у коментарі Радіо НВ керівник з комунікації Opendatabot Дарина Даниленко[1].

Відповідно до Цивільного кодексу України, заповітом є особисте розпорядження фізичної особи на випадок своєї смерті [2]. Цьому питанню присвячена Глава 85 Цивільного кодексу України. Не зважаючи на наявність законодавчого підґрунтя у цій сфері, у практичній площині виникає багато спірних питань. Зокрема, трапляються випадки, коли спадкодавець тяжко хворіє і складає заповіт на особу, яка про нього піклується, і це може бути стороння особа, що не являється рідним або близьким родичам. Тому що, після нотаріального оформлення заповіту, за заповідачем (хворою, літньою) людиною припиняється піклування і вона залишається самотня. Тому родинні стосунки бувають побудовані на майновій вигоді, а моральні норми залишаються в стороні. Може бути і таке, що потенційні спадкоємці не знають, що саме на них був складений заповіт. Саме ця прогалина у законодавстві є не врегульованою і необхідно внести зміни у нормативно-правові акти України, зокрема зобов'язати нотаріусів повідомляти конкретних осіб, тобто спадкоємців, про існування даного заповіту.

Крім того, під час спадкування можуть виникнути наступні ускладнення: призначення додаткового строку для прийняття спадщини; визнання права власності на спадкове майно в процесі спадкування; визнання заповіту недійсним в судовому порядку; встановлення факту знаходження на утриманні спадкодавця певних осіб (для подальшого отримання обов'язкової частки у спадщині); відсутність оригіналів правовстановлюючих документів на майно, яке повинно переходити по спадщині; великий розмір оподаткування спадкового майна, встановлений Податковим кодексом України, який не доступний мало захищеним верствам населення нашої держави тощо.

Незважаючи на де-які не врегульовані законодавством питання, спадкування за заповітом має ряд переваг. По-перше, сама наявність заповіту вже є волевиявленням спадкодавця щодо спадкування свого майна. По-друге, якщо здійснюється спадкування за заповітом, то переходять права і певне майно конкретній фізичній або юридичній особі. Таким чином, можна уникнути непорозумінь та чвар між спадкоємцями. По-третє, суттєвою перевагою спадкування за заповітом є можливість визначення часток кожного спадкоємця у спадковому майні чи взагалі прямого визначення, хто яке майно отримає. Завдяки цьому після смерті особи її родичі зможуть уникнути чвар щодо поділу спадку між собою. По-четверте, закон передбачає можливість складання заповіту з умовою, тобто спадкодавець має можливість визначити деякі умови, при виконанні яких особи, обрані як спадкоємці, отримають спадок, а також визначити долю майна на випадок невиконання зазначеної умови. По-п'яте, особа може скласти заповіт, а через деякий час внести до нього зміни чи взагалі скасувати.

*Список літератури*

1. В останній момент. Стало відомо, скільки українців не залишають заповіт. *Нове время*. URL: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/v-ostanniy-moment-stalo-vidomo-skilki-ukrajincev-ne-zalishayut-zapovit-50002683.html> (дата звернення: 25.03.2019).
2. Цивільний кодекс України 16.01.2003 № 435-IV. Дата оновлення: 23.11.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#n6073> (дата звернення: 25.03.2019).

О.Г. САЙГАРЕЄВА, канд. філос. наук, викладач,  
Криворізький коледж Національного авіаційного університету

## ФІЛОСОФСЬКИЙ АСПЕКТ НАСЛІДКІВ ПАНУВАННЯ «ЕКОНОМІЧНОЇ ЛЮДИНИ» В ПРОМИСЛОВІЙ СФЕРІ

Глобалізація суспільного життя, будучи закономірним об'єктивним результатом розвитку людства, поступово стає однією з найактуальніших і найскладніших проблем сучасності.

Якісно нового змісту і форми набула економічна складова глобалізації, негативними тенденціями якої є загострення протилежних тенденцій – вичерпності ресурсів в умовах невинного збільшення чисельності населення та постійного потоку бажань майже кожного. Зростаючий егоїзм «економічної людини» - вже не домінуючого, але ще пануючого типу - в умовах акцентування потреби соціального підходу до розподілу засобів виробництва ставить під загрозу, зокрема, і промислову сферу господарства.

Головна небезпека людства криється у незворотному руйнуванні природного середовища, рекреаційні можливості якого на сучасному етапі вже майже вичерпано, в обмеженості природних ресурсів, що накладає певні межі на суспільний прогрес, спертий на традиційні способи природокористування, в зменшенні фокусу домінуючої ролі людського капіталу в собівартості продукції.

Саме наслідки глобалізації, яку сама ж «економічна людина» і викликала, вийшли з-під людського контролю, суттєво модифікуючи її суспільне буття і напруження подекуди сягає апогею. Стає зрозумілим, чому соціально-філософський аналіз «економічної людини» має стати предметом окремого дослідження. Нобелівський лауреат Вільям Артур Льюїс (1915 - 1991) у 1969 р. так говорив про необхідність філософського дослідження економічних питань, що торкаються людини: «Нам доведеться передати це питання філософам, які займаються вивченням більш глибоких проблем» [1].

Беззаперечним фактом в сфері промисловості залишається зростання питомої ваги нових сфер господарювання, що забезпечують індивідуальний розвиток (послуги комунікації, сфера здоров'я, освіти, наука тощо) і збільшення попиту на власників висококваліфікованої робочої сили, здатних до високоевристичної творчої діяльності (інформатика, біотехнологія, мікроелектроніка, нанотехнології тощо), чим засвідчується перехід від індустріальної економіки до економіки нового типу, що базується на знаннях і домінуватиме з ХХІ ст.

В умовах сучасних тенденцій постеконімічне суспільство, на нашу думку, являє собою не усунення економіки взагалі, а лише її перехід «в основу» (у Гегелівському сенсі) суспільного життя, коли матеріальні цінності стають засобом, а не самоціллю. Саме постеконімічне суспільство покликане забезпечити всебічний, безмежний та вільний розвиток кожної особистості як передумова виникнення суспільства нового типу в процесі входження людства у нову, постцивілізаційну фазу, неминучість переходу до якої було прогнозовано ще К. Марксом [2]. Ідею реального соціалізму нагадують проголошені засновником Римського клубу А. Печчеї засади «революційного гуманізму»: «І тільки Новий Гуманізм здатний забезпечити трансформацію людини, підняти її якості та можливості до рівня, що відповідає новій зрослій відповідальності людини у цьому світі» [3].

Адже в умовах глобалізації та постеконімічної трансформації виникає нагальна потреба у реформуванні національних економік, переходу від економіки наживи до економіки нової якості життя людей та соціалізації розвитку, яка у майбутньому постцивілізаційному суспільстві централізує людину.

### *Список літератури:*

1. Lewis W. A. Economic aspects of quality in education // Qualitative aspects of educational planning. UNESCO – НЕР, 1969. – pp. 85–93.
2. Маркс К. Экономическо-философские рукописи 1844 г. [Текст] / Карл Маркс // К. Маркс и Ф.Энгельс. Сочинения. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1955- Т. 42. – 1974. – С. 41-174.
3. Печчеи А. Человеческие качества / А. Печчеи ; пер. с англ. О. В. Захаровой ; общ. ред. и вступ. ст. Д. М. Гвишиани. – М. : Прогресс, 1985. – 312 с.



К.О. ТЕРЕЩЕНКО, викладач-методист, гірничий коледж,  
Криворізький національний університет

## **АКТИВІЗАЦІЯ КРЕАТИВНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ДЕБАТІВ**

Інноваційні технології в освіті є нетрадиційними методами активізації пізнавально-розумової діяльності студентів, що сприяють в цілому їх культурному розвитку при вивченні історії. Однією з інновацій є дебати різних форматів.

Для підготовки дебатів та розвитку аналітичного мислення студентів важливим постає завдання для учасників – складання аргументів й лінії аргументації команди гравців. У тлумачному словнику слово аргумент визначено так: підстава, доказ, які наводяться для обґрунтування, підтвердження чого-небудь. У даному випадку аргумент допомагає довести власну думку за спеціальною структурою: твердження, пояснення, приклад та висновок. Кожна команда має свою лінію аргументації з двох-трьох аргументів.

Підготовку до гри можна почати з «мозкового штурму» як методу підготовки ідей для створення лінії аргументації. «Мозковий штурм» проводиться відповідно до певних принципів, які виділяє Юрій Потікун з Інституту Політичної освіти: 1. Не критикувати відповіді інших; 2. Пропонувати будь-яке рішення, яке прийде в голову, навіть у випадку його незвичайності, непрактичності або віддаленості від обговорюваної теми; 3. Висувати найбільшу кількість ідей. Проведення «мозкового штурму» супроводжується записом всіх думок на дошці.

При складанні лінії аргументації команди рекомендується проаналізувати соціально-економічні та політичні особливості історичного періоду або проблеми, що розглядаються. Для України важливо враховувати наступні чинники в періоди державотворення: розкол суспільства щодо визначення соціально-економічної та політичної моделі держави, особисті інтереси партійних лідерів, співіснування національної культури з культурами національних меншин, вплив сусідніх держав на політичну ситуацію в країні тощо. При складанні аргументу студенти повинні враховувати принцип історизму, яким керується історичне пізнання (відповідно до розуміння поняття «історія»), демократичні цінності в сучасному світі та варіанти економічного розвитку провідних держав в контексті Схід-Захід. Підготовка учасників залежить від опрацювання історичних й філософських матеріалів та соціологічних досліджень.

Наприклад, для проведення економічних і політичних реформ в Україні доречно порівняти успішні й невдалі моделі розвитку різних держав за даними «Звіту про світовий розвиток. Важке завдання розвитку» (швидкість реформ: поступовість або шокова терапія; сім уроків коли здійснюються реформи; вплив новачій на економічний розвиток; боротьба з корупцією; популістські експерименти тощо).

Для становлення та утвердження громадянського суспільства доречно використати матеріали, що пропонують відомі німецькі спеціалісти у збірнику «Складові демократії» за редакцією Доріс Геттінг, Вольфа-Дітера Міхаелі (напр., демократія знизу: комунальне самоврядування; демократія в масах: громадські ініціативи; контролери демократії: засоби масової інформації; держава і приватний власник: що рухає економіку; власна вигода слугує інтересам кожного: принцип ринкової економіки; це має бути тільки соціальна ринкова економіка; ціна регулює майже все тощо).

Дебати повинні також допомагати формуванню світогляду молоді. Тому важливим буде використовувати закони діалектики при дебатуванні основних проблем сучасної України. Наприклад, закон заперечення заперечення – для переходу від тоталітарної держави до демократичної; закон єдності та боротьби протилежностей як обґрунтування протистояння політичних партій у визначенні зовнішньополітичних пріоритетів; закон переходу кількісних та якісних змін при обговоренні значення набутих знань та досвіду різних соціальних груп населення при проведенні реформ тощо).

Дебати відкривають перед студентами нові можливості для подальшого особистого розвитку. Головне пам'ятати мудре латинське прислів'я: «Ignorantia non est argumentum» («Невігластво – не доказ»).

Л.А. БОНДАРЕНКО, канд. екон. наук, доцент, Криворізький національний університет

### ТЕХНІЧНІ МУЗЕЇ ЯК ЕКСКУРСІЙНІ ОБ'ЄКТИ

За даними Міжнародної ради музеїв (ICOM), наприкінці ХХ ст. у світі було майже 20000 музеїв, де налічувалось більше 100000 працівників; за кожні 5 років кількість музеїв зростала на 10%, і до середини ХХІ століття їхня кількість досягне 50000. Хоча поняття “музей” у багатьох асоціюється з художнім музеєм, лише 7% усіх музеїв художні (три чверті з них розташовані в Європі та Північній Америці). Дослідження Institute of Museum Services (США) показали, що у 90-х роках ХХ ст. у США 12% людей відвідували художні музеї, 24% – історичні, а 45% – природничо-технічні музеї.

З кожним роком цікавість до технічних музеїв лише зростає, а глобалізаційні процеси зробили їх доступними для громадян будь-якої країни. Необхідно відмітити, що це доволі різноаспектна група музеїв технократичної профільної групи, що збирають, зберігають, вивчають, експонують та популяризують творіння людських рук, пов'язані з історією і практикою розвитку техніки та технологій, а також – із життям і творчим генієм визначних експериментаторів, винахідників і вчених.

Науково-технічні музеї за обсягом охоплення галузей науки і техніки поділяються на багатопрофільні та галузеві.

У світі й в Україні кількісно переважають музеї галузевих профілів: вузькогалузеві та виробничі музеї при окремих підприємствах, установах та організаціях (техніко-технологічні, сільськогосподарські, медичні, фармацевтичні, транспортні, засобів зв'язку, військової техніки, авіації і космонавтики та ін.). Робота в них має свою специфіку і потребує спеціальної підготовки.

Науково-технічні музеї пройшли певну еволюцію, що, за класифікацією директора Чиказького музею науки та промисловості Віктора Данилова, поділяється на три етапи, на кожному з яких з'являлися нові типи технічних музеїв.

Першими були технічні музеї з пасивним матеріалом, де експонати можна тільки оглядати (Музей мистецтв і ремесел у Парижі”, 1799 р., Музей Петербурзького гірничого училища, 1830 р.)

Другий тип – де історія техніки представлена в динаміці, а частина експонатів – діючі зразки (Музей науки в Лондоні, Німецький музей у Мюнхені, 1925 р., Палац відкриттів у Парижі, 1937 р.)

Третій тип технічних музеїв такі, де більшість експонатів – діючі, з якими відвідувачі можуть експериментувати (Чиказький Музей науки і промисловості, 1933 р., Експлораторіум у Сан-Франциско, 1969 р., Містечко науки Ла-Вілет (Париж), Сінгапурський центр науки і техніки, Токійський Національний музей науки).

Фінансування технічних музеїв різниться. Так, у Франції налічується сім технічних музеїв: Павільйон Арсеналу (Pavillon de l'Arsenal), Палац відкриттів (Palais de la Découverte), Національний музей природознавства (Muséum national d'histoire naturelle), Паризький музей мистецтв і ремесел (Musée des arts et métiers), Музей людини (Musée de l'Homme), Місто науки і промисловості (Cité des sciences et de l'industrie), Музей Кюрі (Musée Curie), Музей історії медицини (Musée d'histoire de la médecine). Держава у повному обсязі підтримує їх функціонування.

Мюнхенський музей став найбільш привілейованим музеєм світу завдяки тому, що керівництво музею змогло переконати представників німецької промисловості у тому, що це в першу чергу їхній музей. Фірма “Карл Цейс” і досі фінансує роботу планетарію, а “Сіменс” – зв'язку. Музей одержує в дар матеріали, предмети музейного обладнання, основні німецькі видавництва безкоштовно надсилають екземпляри всіх книг за тематикою музею.

Американські музеї, на відміну від французьких, не мають повного державного фінансування. Їх прибутки – кошти від продажу квитків, а також те, що отримано зі сфер промисловості та торгівлі. Створення “клімату для фінансової підтримки” тісно пов'язано з тим, що музей потрібен суспільству і поділяє цінності істеблшменту.

Специфіка технічних музеїв виявляється у тому, що в їхній діяльності науково-дослідні, освітні та профорієнтаційні функції тісно поєднуються.

І.О. ОСТАПЧУК, канд. геогр. наук, доцент, Криворізький державний педагогічний університет

### **ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ ЕКСКУРСІЇ ДО ВІДСТІЙНИКА ШАХТНИХ ВОД «ЧЕРВОНЕ ОЗЕРО КРИВБАСУ»**

Кривий Ріг – місто, яке яскраво вирізняється серед інших міст України не тільки розвитком промисловості (видобутком і переробкою залізних руд), але і розвитком промислового туризму. В цьому аспекті надзвичайно атрактивними є ландшафти в межах яких відбувається формування так званих «Червоних озер» - відстійників шахтних вод.

Екскурсія розроблена В. Л. Казаковим та І. О. Остапчук, проводиться І. О. Остапчук і має на меті: ознайомити туристів із відстійником шахтних вод, основними способами очищення і утилізації високо мінералізованих шахтних вод, і з історією міста і видобутку залізних руд, а також виховати бережливе ставлення до природи. Під час екскурсії у відвідувачів є можливість відвідати відстійник шахтних вод від шахт Гігант-Глибока і ім. Артема 1, сфотографуватись на фоні Марсіанських пейзажів, побачити незвичні для міста ландшафти і рослини солероси.

Об'єкт екскурсії: відстійник шахтних вод від шахт Гігант-Глибока і ім. Артема 1. Методи та прийоми роботи екскурсорова: розповідь, маршрутний, візуальний, описовий, бесіда, проблемні питання, демонстрація, панорамний огляд, порівняння, оцінювання та ін. Місце проведення: Саксаганський район м. Кривого Рогу, дамба метротраму на переїзді «Вечірній Бульвар» - «Мудрьона». Тип екскурсії – пішохідна. Тривалість до 4 год. Стислий зміст екскурсії. Ознайомлення туристів із загальною метою проведення екскурсії та її змістом, маршрутом, проведення інструктажу з техніки безпеки. Під час екскурсії вся група рухається разом. Маршрут розпочинається з площі ім. О. Поля; і розповіді про особливості пошуку та початку розробки залізородних родовищ Кривбасу. Далі він пролягає через територію Деконського кладовища і під час бесіди з'ясовується історія рудної справи Кривого Рогу. На цьому маршруті головним об'єктом виступає – пруд-відстійник високомінералізованих шахтних вод від шахт Артем 1 та Гігант – Глибока – «Червоне озеро». Подібних озер у Кривому Розі багато, але це озеро вирізняється з поміж них. На узбережжі Червоного озера екскурсорова ознайомлює із особливостями видобутку залізних руд, технологічним ланцюгом, процесом відкачування підземних вод і первинного їх очищення у таких відстійниках. В даному місці в відстійник скидаються води з підземних виробок шахт Гігант-Глибока, Артем 1, далі за системою трубопроводів води відправляються в ставок накопичувач в б. Свистунова, скидаються в річку Інгулець, а з неї - в р. Дніпро. Існування таких водойм все ж таки створює екологічну та техногенну загрозу для прісних водойм.

Екскурсорова повідомляє цікаві факти відносно генезису цих підземних вод, нагадує одиниці вимірювання солоності вод і які мінеральні речовини можуть бути розчинені у воді. Звертається увага на те, що частково дані ландшафти рекультивували і пропонується висловити можливі альтернативні варіанти поводження із шахтними водами. Розповідь доповнюється яскравими прикладами та ілюстраціями. Поряд із відстійником відкривається вид на діючі та законтсервовані шахти ім. Артема 1, Кірова-Клітьова, В-4, Гігант-Глибока; видно телевежу Кривого Рогу, залізничну станцію Мудрьона, поряд проходить траса метротраму, розташоване Саксаганське водосховище, історія якого пов'язана із спорудженням Саксаганського дериваційного тунелю. Екскурсорова розповідає, що Червоне озеро розташовується в історичному місці – наприкінці 19 ст. саме в районі Галківського кута було розташовано потужний рудник з видобутку залізних руд, пізніше було збудовано дамбу, поряд пролягала Саксаганська гілка Єкатерининської залізниці і відстроєно житловий масив Мудрьона (пристанційне поселення). Маршрут далі виводить на залізничні станції Мудрьона (збудовані в 1893р. і 1951 р.). Біля дореволюційної станції і завершується екскурсія.

Таким чином, екскурсія до Червоного озера дозволяє задовольнити декілька потреб туриста: пізнання і відкриття чогось нового, відновлення фізичних і моральних сил, спілкування, можливість сфотографувати унікальні ландшафти і зробити селфі на їх фоні, та ін.

Досвід проведення пішохідних екскурсій по промисловим ландшафтам Кривого Рогу дозволяє стверджувати, що такі ландшафти зазвичай не доступні для відвідування поодиноці, виявляються атрактивними і високо оцінюються відвідувачами.

## ГІРНИЧОПРОМИСЛОВІ ТЕРИТОРІЇ ЯК ОБ'ЄКТ ГЕОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ (НА ПРИКЛАДІ КРИВОРІЖЖЯ)

Кривий Ріг завжди розглядався як промисловий гігант з видобутку залізної руди і виробництва металопрокату. Лише в останні роки місто розглядається як один із туристичних центрів України, який може конкурувати з іншими туристичними центрами України, зокрема і світу загалом. «Розкруткою» Кривого Рогу почали займатися і займаються зараз Казаков В. і Пацюк В.. В їхніх дослідженнях Кривий Ріг розглядається, як центр розвитку промислового туризму. Не зважаючи на колосальний потенціал для розвитку промислового туризму, Кривий Ріг має значний потенціал для розвитку геологічного туризму.

Геотуризм – це розділ пізнавального туризму, що ґрунтується на вивченні геологічних (геоморфологічних) об'єктів і процесів, а також отриманні від контакту з ними естетичних вражень.

Одними з перших праць присвячених геотуризму Кривого Рогу належать Паранько І. зі співавторами [2]. Також публікації про геотуризм Кривого Рогу належать Калініченко О. О., Курило М., Бондар Ю., Пацюк В. [1].

Аналізуючи вітчизняні наукові праці присвячені геотуризму, можемо бачити що основними об'єктами геотуризму виступають геологічні пам'ятки природи. І зрідка зустрічаються праці в яких приділяється увага геологічним об'єктам антропогенного походження, які активно можна використати в туристичних цілях.

До таких об'єктів можна віднести кар'єри і відвали, які складенні природною геологічною масою (гірськими породами і мінералами), але за допомогою людини вони стали доступними для всебічного вивчення і спостереження.

Кар'єри – це негативна форма рельєфу, у межах якої відкритим способом відбувається видобуток корисної копалини або копалин [3].

В межах Кривого Рогу знаходяться кар'єри певна частина яких доступна для всебічного відвідування і дослідження. До таких відносяться відпрацьовані і на сьогоднішній день затоплені – гранітні кар'єри: жовтневий і карачунівський.

Найбільш масштабними являються залізорудні діючі кар'єри, які закриті від прямого доступу і відвідування. Лише в декількох працюючих кар'єрах присутні оглядові майданчики (кар'єр ПдГЗК).

Під час відвідування кар'єрів, їх можна використовувати з навчальними і пізнавальними цілями, а саме умови залягання гірських порід, стратифікація порід, палеонтологічні дослідження.

Відвали – це позитивна акумулятивна форма антропогенного рельєфу [3].

Частина відвалів на сьогоднішній день використовуються з туристичними цілями, але в основному з точки зору історичного розвитку міста і неймовірних видів з висоти пташиного польоту.

В залежності від складу порід, якими складений відвал можна проводити палеонтологічні екскурсії, при складуванні розкритих порід (відвали Інгулецького ГЗК). Вивчення і показ мінералів та гірських порід, які не доступні для вивчення в працюючих кар'єрах.

### Список літератури

1. **Курило М.** Перспективи освоєння геологічних пам'яток Криворіжжя з метою науково-пізнавальної та туристичної діяльності / **М. Курило, Ю. Бондар** // Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. серія Геологія 2013 № 2 с. 71 – 74.
2. **Паранько І. С.** Геологічна практика в Кривбасі : методичний посібник для студентів природничих факультетів / **І. С. Паранько**. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2011. – 100 с.
3. Фізична географія Криворіжжя: монографічна навчальна книга / **І. С. Паранько, В. Л. Казаков, О. О. Калініченко, В. В. Коцюрuba, І. О. Остапчук, В. М. Савосько, В. О. Шипунова, С. В. Ярков**. – Кривий Ріг: Вид. Р. А. Козлов, 2015. – 272 с.

В.Л. КАЗАКОВ, канд. геогр. наук, доцент,  
Криворізький державний педагогічний університет

## ЕКСКАРСІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КРИВОГО РОГУ

Формування конкурентоспроможного турпродукту в промислових регіонах для забезпечення потреб людей у організації активного і пізнавального відпочинку, вимагає вирішення завдань розробки науково обґрунтованого змісту екскурсій в програмах турів внутрішнього туризму [1]. Змістову основу екскурсій складають такі аспекти, як історичний і господарський розвиток краю, природні пам'ятки тощо. Індустріальним регіонам притаманна потужна ресурсна база для становлення промислового туризму, а екскурсії на промислову тематику повинні стати ключовим елементом специфічного турпродукту. Екскурсії в промислових регіонах повинні відображати перед усім індустріальний характер розвитку краю, особливості працюючих підприємств, техногенних ландшафтів та об'єктів індустріальної спадщини, унікальні факти промислової історії.

У рамках реалізації «Програми розвитку промислового туризму в Кривому Розі на 2013-2020 роки», створена система регіональних екскурсійних маршрутів – 106. За змістом екскурсії містом Кривий Ріг представлені наступними типами:

- промислові – 18 екскурсійних маршрутів: Південний ГЗК, Північне саяво Кривого Рогу, АрселорМіттал Кривий Ріг – музей, коксохім, блюмінг, шахта Артем-1, Центральний ГЗК, Кривий Ріг – авіаційний та парк літаків, Кузня «Артіні», Навчальна шахта КЗРК, Інгuleцький ГЗК, Спуск у діючу шахту, Таємниці Саксаганського підземного тунелю та ін.;

- історичні та історико-індустріальні – 18 маршрутів екскурсій: Вулицями старого міста, Таємниці Кочубеївських штолень, Проспектом Поштовим, Кривий Ріг – місто руди і металу, Бризки Бахчисаворського фонтану, Старий Гданцівський рудник, До витоків міста Кривого Рогу, Старі рудники Червоного пласта, Старими рудниками Тарапаківського пласта, Деконська петля Кривбасу, Стежками старого рудника «Дубова Балка», Таємниці старого МОДРу та ін.;

- оглядові – 18 маршрутів: Нічний Кривий Ріг з висоти Петровського отвалу, Кривий Ріг – місто контрастів, Кривий Ріг - місто руди і металу, Хвилями Кресівського моря (на катері), Від Фрунзе до Сухої Балки, Кривий Ріг з висоти Бурщицького відвалу, Червоне та Голубе озера Кривбасу, Кривий Ріг православний, Місцями зйомок фільму «Червоний» тощо;

- природничі – 16 маршрутів: Скелі МОДРу, Балка Північна Червона, Водні перлини Карачунів, Бал троянд і криворізький тунель кохання, Бал хризантем і садиба Харіна, Ландшафтний заказник «Візирка», Криворізький Гранд-каньйон, Криворізький ботанічний сад, Долина різнокольорових пагорбів, Зимовий сад Кривбасу, Сланцеві скелі, Коломоївський гранітний кар'єр, Кривий Ріг – геологічний, Біла скеля Кривбасу тощо;

- екологічні (5 маршрутів): Розрив шаблону – полігон твердих побутових відходів, Червоне озеро Кривбасу, Центральна станція аерації (підприємство «Кривбасводоканал»), Контрасти ріки Саксагань, Ази рекультиватії – перетворення кар'єрів і відвалів;

- екстремальні – 12 маршрутів: Стежка Дракона, Серце Чорного озера, Чорна точка Кривбасу, Екстремальні Карачуни, Урочище велетнів, Примарна нитка, Долина Тіней, Шлях Авантюристів, Алея Тролів, Південний Хрест, Скелелазіння на скелях МОДРу та ін.;

- велоекскурсії – 14 маршрутів: «Криворізька зона відчуження», «Криворізький клондайк», «У полоні залізного каменю», «Кривий Ріг – суворий», «Марсіанські краєвиди», «Осколки колишньої розкоші»; «Гіганти Глеюватського степу» та ін.

- події – Зустріч Нового року на Петровському відвалі, екскурсії містом до Дня Європи, Дня Музеїв, До Індастріалфесту, Дня Туризму та Екскурсовода тощо.

Формування системи екскурсій різнопланової тематики закладає основи діяльності в галузі внутрішнього туризму на Криворіжжі. Різноманіття представлених екскурсій свідчать про те, що Кривий Ріг вже фактично перетворюється на нову туристичну дестинацію.

### Список літератури:

1. Емельянов Б. В. Экскурсоведение. / Б.В. Емельянов // Изд. 5-е. – М.: Советский спорт, 2004. – 288 с.

## ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ТЕМАТИЧНОГО ПАРКУ В КРИВОМУ РОЗІ

Тематичні парки є особливим центром тяжіння туристів тому що вони формують унікальний туристичний продукт, що включає комплекс розважально-пізнавальних послуг. Вони стали серйозними конкурентами для традиційних розважальних парків, адже останні вже не в змозі задовольняти постійно зростаючі потреби туристів. З кожним роком кількість відвідувачів тематичних парків стрімко збільшується, випереджаючи за цим показником всесвітньо відомі культурно-історичні пам'ятки. Тематичні парки – це високотехнологічні пізнавально-розважальні парки, які об'єднані між собою конкретною темою. Як правило, кожен великий тематичний парк є багатофункціональним, однак провідна функція, що є головною в програмі парку, надає йому яскраво виражену художню та образну спрямованість.

З метою зміцнення позитивного туристичного іміджу Дніпропетровської області нами пропонується створення в Кривому Розі нового туристичного продукту – тематичного парку регіонального значення, який відповідатиме сучасним технічним і організаційним вимогам, активізуватиме внутрішній і в'їзний туризм, а також буде здійснювати функції культурно-пізнавального, спортивно-розважального характеру обласного рівня.

Останніми роками у місті Кривий Ріг активно розвивається промисловий туризм. Тому ми вважаємо актуальним створення тематичного парку цієї тематики.

Мета створення тематичного парку не тільки розважальна, а й просвітницька, а саме, поглиблення знань відвідувачів про процес видобування залізної руди кар'єрним і шахтним способами. Завдяки використанню проекторів будуть транслюватися фотохронологія та відеоматеріали видобутку залізної руди в діючих кар'єрах Кривого Рогу. Також ми пропонуємо встановлення інформаційних стендів, які будуть функціонувати в пізнавальній зоні, що показуватиме промисловий характер Кривого Рогу та у майбутньому сприятиме позиціонуванню міста як диференційованого центру промислового туризму. Завдяки використанню модифікацій гірничодобувної техніки в якості атракціонів виконується головна мета створення цього парку. Відвідувачі можуть покататися на бульдозері, у ковші екскаватора, а також навчитися керувати технікою та копати ями за допомогою екскаватора.

Ми пропонуємо побудувати тематичний парк на місцевості поблизу затопленого Октябрського гранітного кар'єру. Створення тематичного парку на даній території підвищить рекреаційну привабливість Криворізького району, збільшуючи потоки туристів, а значить і додатковий дохід до місцевого бюджету і зміцнення позитивного іміджу області в цілому. Унікальний антропогенний рельєф буде залучати не тільки місцевих жителів, але і багато туристів, що підніме туристичну інфраструктуру міста на новий рівень.

У парку буде використовуватися справжня гірничодобувна техніка, пристосована для управління відвідувачами, кожен з видів техніки є неповторним у своєму роді атракціоном. У парку можна буде покататися на екскаваторі або на каруселі – тракторі, що обертається на двох колесах. При цьому управляти технікою можуть як дорослі, так і діти.

Крім розваг у парку можна пройти навчання та набути навичок управління новітньою технікою. Парк буде високо-комфортабельним центром для розвитку, співробітництва і відпочинку туристів з використанням новітніх технологій сервісу й обслуговування.

Проект тематичного парку включає три зони:

- 1) екстремальна зона атракціонів для дорослих, в якій розташовані атракціони, цікаві для активних відвідувачів, які бажають отримати чергову порцію адреналіну;
- 2) сімейна зона атракціонів, яка розрахована як для дітей, так і для дорослих;
- 3) дитяча зона атракціонів розрахована для дітей віком від 3 до 14 років.

Проект парку передбачає обладнання території касами, закладами харчування, стоянками, дитячими майданчиками, інформаційними стендами, скверами, туалетами, медичним пунктом, зоною відпочинку біля води та магазинами з сувенірною продукцією

Функціонування парку забезпечить сталий розвиток внутрішнього туризму в Придніпровському регіоні.

Д.В. ШИЯН, канд. геогр. наук, ст. викладач,  
Криворізький державний педагогічний університет

## **ПРОМИСЛОВИЙ ТУРИЗМ: ПРОБЛЕМИ, МОЖЛИВОСТІ І ПЕРСПЕКТИВИ**

Головна світова тенденція розвитку туризму полягає у постійному зростанні попиту на нетрадиційні, новітні напрямки туристичної діяльності, у яких до пізнавального аспекту додається елемент екзотики, ризику та неочікуваності.

Промисловий туризм, доволі цікавий та захоплюючий вид туризму, який не потребує особливої підготовки та будівництва спеціальних об'єктів, тому розвиток цього виду туризму цілком здійснимий та перспективний.

В промисловому туризмі, виділяють два напрямки - промислово-історичний, тобто відвідування об'єктів, які не функціонують за прямим призначенням, і власне промисловий - екскурсії на діючі виробництва.

На сьогоднішній день багато промислових підприємств, які не готові відкрити свої двері для туристичних груп і зробити це на постійній основі.

Деякими причинами відмови у проведенні екскурсій підприємством можуть бути: відсутність досвіду в проведенні промислових екскурсій та кваліфікованих фахівців для організації такого виду екскурсій; підвищені вимоги до дотримання правил безпеки виробництва, дія шкідливих факторів на групи туристів; відсутність необхідної інфраструктури, необхідність додаткових вкладень для підготовки до прийому туристів; складний технологічний процес підприємства та внесення коригувань в робочий процес; невиправдана закритість виробництва тощо.

Незважаючи на це, промисловий туризм має і свої позитивні особливості. До них відносяться: підвищення престижу та репутації підприємства;

просування кінцевої продукції або престиж самої компанії;

додатковий, нехай і невеликий,

дохід компанії від проведення екскурсії на своєму підприємстві;

залучення майбутніх співробітників, тобто, екскурсант (турист), який зацікавився підприємством, може в майбутньому влаштуватися працювати на це підприємство;

залучення іноземних туристів, які із задоволенням відвідають шахту, збагачувальну фабрику або металургійний комбінат, поспостерегають за процесом виробництва,

дасть можливість розвивати міжнародний туризм; влаштовуючи екскурсію на своєму підприємстві, компанія стимулює свій персонал, адже кожному співробітнику важливо знати, що його праця цінна і цікава.

Таким чином, промисловий туризм необхідно розвивати і в нашій країні настільки активно, наскільки він розвивається в країнах західної Європи та Америки. В Кривому Розі існує більше 90 підприємств, 800 об'єктів індустріального значення і 45 маршрутів. Серед них, промисловий гігант Кривбасу - Північний гірничо-збагачувальний комбінат, який першим підхопив ідею розвитку промислового туризму в місті і за два роки залучив майже 20 тисяч туристів.

Основними туристичними об'єктами Кривбасу, які пропонуються українцям і іноземцям, а головне, користуються великою популярністю, є: спуск в діючу шахту глибиною до 1350 метрів на базі ПАТ "Криворізький залізорудний комбінат"; кар'єр Південного гірничо-збагачувального комбінату і Петровський відвал; провальні ландшафти Кривого Рогу; навчально-курсний центр ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат»; затоплені кар'єри: озера в Жовтневому гранітному кар'єрі і Карачунівському гранітному кар'єрі; Музей гірничої техніки під відкритим небом тощо.

Для туристів особливо цікавими є експозиції музеїв найбільших гірничо-металургійних підприємств міста - металургійного комбінату «Арселор Міттал Кривий Ріг», трьох гірничо-збагачувальних комбінатів - Північного, Центрального та Інгулецького. В цілому, можна стверджувати, що Кривий Ріг має всі необхідні ресурси для розвитку індустріального туризму. На території міста розташовується велика кількість діючих підприємств, багато з яких вже почали організовувати на своїй території екскурсійні програми.

Розвиток промислового туризму може істотно підвищити інтерес до подорожей по рідному краю, паралельно зробивши внесок в популяризацію робітничих професій.

В.С. ПАЦЮК, В.Л. КАЗАКОВ, канд. геогр. наук, доценти,  
Криворізький державний педагогічний університет

## **ДОЛНІ ВІТКОВІЦЕ ЯК ПРИКЛАД ВДАЛОЇ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ІНДУСТРІАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА**

Місто Острава є чеським аналогом Кривого Рогу. Якщо наше місто називають сталевим серцем України, то Остраву образно називають сталевим серцем Чехії. Однак нині це місто знаходиться на стадії постіндустріального розвитку. Численні споруди, що належали шахтам та заводам трансформуються в картинні галереї, концертні зали та музеї. Нині у 300-тисячному місті розташовано 37 галерей.

Останніми роками найбільш привабливим для туристів в Оставі став район Дольні Вітковице. Це колишній промисловий комплекс, що є унікальним прикладом того, як промислові пам'ятки ретельно трансформувалися в громадські та культурні центри. Dolní Vítkovice - перша пам'ятка у Чеській Республіці, що увійшла до списку європейської культурної спадщини.

З метою перейняття досвіду щодо розвитку промислового туризму в нашому місті, авторами даного дослідження було здійснено ознайомчу поїздку до Чехії. Серед численних індустриальних об'єктів, що було відвідано, вагому увагу було приділено ознайомленню з Дольні Вітковице.

Даний комплекс включає в себе: промислову зону металургійного комбінату, що складається з трьох комплексів; шахту «Глибина»; доменні печі та коксохімічний комплекс, що з'єднані стрічковим конвеєром, транспортними мостами та насипним обладнанням; декілька промислових та адміністративних споруд.

Дане підприємство є яскравим прикладом ревіталізації індустриальної спадщини, так як тут створено низку об'єктів відвідування, на кожен з яких можна потрапити під час екскурсії. Центром екскурсійного маршруту є доменна піч №1, яку ввели в експлуатацію ще в 1836 році. Остання її реконструкція відбулася в 1988 році, повністю ж виробництво було припинене в 1998 році. В 2011-2012 роках вона була переобладнана для інтерактивних екскурсій. В 2015 році прямо над доменною піччю побудували Bolt Tower, в якій на висоті 45,2 м створено оглядовий майданчик та кафе, куди туристів піднімає спеціальний скіповий підйомник, який раніше доставляв руду в колошник печі. Вузькими сталевими сходами можна піднятися на вершину башти, розташовану на висоті 60,75 м [2].

Привертає увагу відвідувачів мультифункціональна зала Gong, що створена на місці колишнього газгольдера (газового колектора), де зберігався доменний газ перед виробничим використанням. Зала розрахована на 1500 місць і використовується для проведення найрізноманітніших заходів. Дана будівля в 2013 році визнана кращою будовою Чехії та увійшла в десятку найцікавіших нових будов світу [1].

Напроти Гонгу в колишньому енергоцентрі знаходиться музей «Малий світ техніки U6», а поряд з ним в 2014 році було відкрито сучасний науково-технічний центр «Світ техніки», що включає в себе різноманітні виставки, майстерні, лабораторії та інші освітні зони.

Також можна прогулятися по частині колишнього металургійного, сталеливарного та коксохімічного заводу, які поки не включені до екскурсійного маршруту.

Тож об'єкт Dolní Vítkovice є зразком того як за порівняно короткий проміжок часу промисловий об'єкт було модифіковано в культурно-освітній туристичний простір. Подібну практику цілком доцільно перейняти і в нашому місті.

А саме місто Острава, зважаючи як на спільний профіль діяльності, так і на те, що в даному місті на агломераційному підприємстві виготовляють агломерат саме з криворізької залізної руди, цілком обґрунтовано могло б стати містом-побратимом Кривого Рогу.

### *Список літератури*

1. Dolní Vítkovice [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.erih.net/i-want-to-go-there/site/show/sites/dolni-vitkovice/>
2. Dolní Vítkovice [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dolnivitkovice.cz/domu>



**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.

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 Глеєватського 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.

УДК 330.111.62

Д.В. БАЙРАК, канд. юр. наук, доцент, Криворізький національний університет

### **СКРІНШОТ ЯК ДОКАЗ У СУДІ**

В сучасному житті вже важко уявити свій день без користування телефоном, комп'ютером або іншим електронним гаджетом. А тим паче сучасна людина не може уявити свій день без користування інтернетом. Мережа захопила мозок людства і стала залежністю.

Все починається з банального перегляду погоди і закінчується знімками екрана як доказу своєї правоти. Але не всі люди вміють і бажають захистити свої права в суді за допомогою скріншота. Відео і фото докази вже давно використовуються як докази в суді. Може не завжди вдало, але практика існує. З недавніх пір намагаються використовувати і знімки екрана, так звані скріншоти. Але дуже складно довести свою точку зору або правоту. Спочатку дамо тлумачення новочасному терміну.

Знімок екрана (англ. screenshot, скріншот, зняток) — зображення, отримане комп'ютером, що зображує дійсно те, що бачить користувач на екрані монітора. Це зображення створене із запису видимих елементів екрана комп'ютера або іншого візуального пристрою виведення інформації. Як правило, це цифрове зображення створюється операційною системою або спеціальним програмним забезпеченням, хоча може також бути зроблене за допомогою фотокамери або іншого приладу для перехоплення сигналу відео з виходу комп'ютера.

Незважаючи на те, що правове закріплення на нормативному рівні електронні докази в цивільному процесі отримали відносно недавно, однак в судовій практиці їх застосування зустрічається уже протягом тривалого часу.

Раніше така інформація до суду подавалась найчастіше в паперовій формі (роздруківки веб-сторінки або screenshot) та виступала одним з видів письмових доказів. На практиці все частіше можна зустріти використання роздруковок із соціальних мереж у якості доказу в судовому процесі. Найбільш поширена аргументація судів з приводу неналежності роздрукованих веб-сторінок із соціальних мереж як доказів є те, що “в соціальних мережах може зареєструватися будь-яка особа та під будь-яким іменем”, а тому зазначене ім'я чи логін не дає можливості ідентифікувати особу.

Наступна прогалина стосується проблематики визначення поняття “оригіналу” та “копії” електронного доказу, які досі залишаються нерозкритими. Перш за все це проявляється в отождненні поняття “оригінал електронного пристрою” та “оригінал електронного доказу”, що на практиці призводить до необхідності долучення до матеріалів електронних пристроїв. Очікуваний колапс також трапляється при необхідності обґрунтування певних обставин відомостями, які містяться на веб-сайті в мережі Інтернет: в цьому разі ще складніше зрозуміти, що є оригіналом електронного доказу.

Також проблеми виникають при подачі копій електронних доказів (наприклад, фотографій): суди не приймають такі докази в зв'язку з порушенням вимог їх оформлення.

Також цікавим є питання забезпечення електронних доказів позасудовими способами, наприклад, шляхом використання спеціальних веб-сайтів чи програм, за допомогою яких автоматично створюються архівні копії веб-сайтів (наприклад, веб-сайту [www.archive.org](http://www.archive.org)). Здебільшого такі відомості суди приймають як належний та допустимий доказ, однак інколи вони відмовляють у задоволенні клопотання про долучення їх до матеріалів справи на підставі, що сторона “не надала суду докази достовірності доказів”.

Поміж іншого зауважимо, що дані з цього ресурсу успішно використовуються в якості доказу і в судовій практиці інших країн, наприклад, в Російській Федерації та США (Eltgroth D. Best Evidence and the Wayback Machine: Toward a Workable Authentication Standard for Archived Internet Evidence).

На завершення необхідно сказати, що обрана тема потребує подальших досліджень. Особливо враховуючи те, що питання доказів стосується всіх галузей процесуального права.

### *Список літератури*

1. Цивільний кодекс України // Відомості Верховної Ради України. - 2003. - № 40-44.

## **МЕДИЧНЕ ПРАВО ЯК ГАЛУЗЬ ПРАВА АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕДИЧНОГО ПРАВА**

Медичне право як самостійна галузь права стала виокремлюватися науковцями відносно недавно. Наукові публікації, які це підтверджують, на міжнародному рівні з'являються з 1980 року. В цей час було засновано перший міжнародний журнал, присвячений медицині та праву. Його назва – Medicine and Law.

В Україні активно почали з'являтися публікації з цієї тематики починаючи з 2010 року.

Критерієм виокремлення сукупності норм права у окрему галузь є існування самостійного предмету та методу правового регулювання.

Предметом медичного права прийнято визначати правовідносини, які виникають та існують в процесі надання медичної допомоги. Такими є правовідносини як щодо організації процесу надання такої допомоги, так і відносини, які виникають між пацієнтом та лікарем. В межах цих правовідносин важливими є питання щодо захисту прав як пацієнтів, так і лікарів.

Метод медичного права охоплює в собі адміністративно-правові елементи в галузі правового регулювання організації охорони здоров'я на рівні держави та цивільно-правовий метод у відносинах між пацієнтом та лікарем. Досягнення балансу між цими двома методами і є головною задачею медичної реформи на сучасному етапі.

В межах предмету медичного права важливим є захист права лікарів при роботі з ВІЛ-інфікованими пацієнтами. Ця проблема повинна вирішуватися комплексно, як інструментами адміністративно-правового, так і цивільно-правового методів.

Права лікарів при роботі з ВІЛ-інфікованими пацієнтами є елементом системи гігієни та хорони праці.

Дослідження цієї проблеми викликане фактичною поширеністю ВІЛ серед населення України. Так, за чотири місяці 2018 року, за даними Центру охорони здоров'я МОЗ України, зареєстровано 5764 нових випадків ВІЛ-інфекції (783 з них - діти до 14 років). З 1987 року в Україні офіційно зареєстровано 321382 нових випадків ВІЛ-інфекції, 46 024 людини померли від СНІДу в Україні. У світі станом на 2017 рік зареєстровано 19,5 мільйонів людей з ВІЛ. Щороку близько 1% людей з підтвердженими позитивними результатами є серед тих, хто обстежується на ВІЛ в Україні.

Тим часом в Україні лікар не має права відмовлятися від лікування або оперативного втручання таким особам, оскільки це заборонено ст. 16 Закону України «Про запобігання хворобам, викликаним вірусом імунодефіциту людини (ВІЛ), та правову та соціальну захищеність людей, які живуть з ВІЛ».

Крім того, пацієнт не зобов'язаний повідомляти про свій позитивний статус. Тому лікар під час медичних маніпуляцій і операцій постійно перебуває в стані ризику, зокрема, зараження ВІЛ. Свідченням цього є такі факти: у світі зареєстровано 350 випадків професійного ВІЛ-інфекції. В Україні з 1987 по 2013 роки офіційно зареєстровано три випадки ВІЛ-інфекції медичних працівників (1 випадок до 1997 року, 1 у 2004 році, 1 у 2005 році), що становить 2,1 на 100 тисяч відповідної професійної групи. Таким чином, ризик інфекції лірів є постійним, оскільки ризик зараження після контакту з ВІЛ-інфікованою кров'ю становить приблизно 0,3% (95% довірчий інтервал (ДІ): 0,2-0,5%). Ризик зараження після ВІЛ-інфікованого контакту крові з інтактними слизовими оболонками становить приблизно 0,09% (95% ДІ: 0,006-0,5%).

Додатковим негативним фактором роботи хірурга в Україні є низька заробітна плата, яка іноді не виправдовує всіх ризиків професії. Незважаючи на те, що середній рівень заробітної плати останнім часом значно збільшився. Наприклад, за статистикою в травні 2018 р. середня зарплата склала 12,5 тис. грн. , що становить приблизно 450 \$. Середня заробітна плата хірурга в США за станом на 31 жовтня 2018 року становить 32000 \$.

**СВІТОВІ ТОРГІВЕЛЬНІ ВІЙНИ. КОНФЛІКТИ ТА СУПЕРЕЧКИ**

Світову торгівлю неможливо уявити без конфліктів між її учасниками, але саме в період глобалізації та підвищення значення міжнародних взаємовідносин конкуренція між ними набуває особливого характеру. В боротьбі за кращі умови збуту товарів країни все частіше стають на шлях торговельної війни, саме тому ця тема є надзвичайно актуальною. Лише за останні роки в світі відбулося близько десяти торговельних війн та незліченна кількість торговельних конфліктів та суперечок. Все це обумовлює актуальність дослідження даної теми з метою пошуку шляхів вирішення проблеми постійного зростання світових війн. Підсилюють актуальність останні події у світі. До яких, насамперед, слід віднести торговельні війни між Україною та Росією, торговельні конфлікти між США та Китаєм, між ЄС та Китаєм.

Торговельні війни — постійний супутник людства. До Адама Сміта й тогочасних фізіократів жоден мислитель не вірив у свободу торгівлі. Абсолютна більшість економістів минулих епох вважала, що найкраща економічна політика полягає у збільшенні власного експорту та всебічному утисненні експортних можливостей іншої сторони.

У XIX ст. відбувся розквіт двосторонніх торговельних угод, вінцем яких стало виникнення режиму найбільшого сприяння міждержавним торговим відносинам.

Наслідком такого розвитку подій стало зменшення масштабу торговельних війн. Проте відродження державного протекціонізму у 1920—30'х роках їх відновило. Починаючи з 1960-х років, світова торговельна політика стала радше багатосторонньою, ніж двосторонньою (ГАТТ, СОТ). Цілком природно, що двосторонній рівень торговельних війн доповнився їх багатостороннім аналогом на рівні наддержавних економічних об'єднань або ж цілих регіонів.

До причин торговельних війн у науковій літературі відносять:

- 1) надмірну поляризацію багатства та бідності;
- 2) зміну ролі та змісту економіки, яка, не перестаючи бути джерелом задоволення суспільних потреб у товарах та послугах, стає домінуючою силою соціального управління;
- 3) нестабільність світової економіки;
- 4) виникнення віртуальної економіки – відносин нового типу між суб'єктами фінансового ринку, які не є економічними, оскільки не відбивають процесів реального обміну товарами та послугами, не пов'язані з виробничою економікою, але виступають як ефективний механізм кругообігу фіктивного спекулятивного капіталу.

Для вирішення суперечок, що виникають у міжнародній торгівлі між сторонами різних держав, найчастіше використовується міжнародний комерційний арбітраж та система СОТ.

Сучасна практика міжнародного партнерства свідчить про те, що чимало розбіжностей та спорів, які виникають під час виконання зовнішньодоговірних контрактів, вирішуються міжнародним комерційним арбітражем, престиж якого сьогодні є безумовним.

Суперечки в рамках СОТ – це розбіжність між двома або більше членами СОТ, коли одна держава стверджує, що дії, нормативні акти або підходи інших держав наносять шкоду її інтересам.

Основними негативними наслідками від торговельних війн та суперечок автори вважають: зростання бюджетних видатків; зменшення конкурентоспроможності продукції; обмеження міжнародної торгівлі; втрата встановлених торговельних зв'язків.

Викладене вище дозволяє зробити висновок про те, що сучасний стан розвитку світової торгівлі викликає занепокоєння. Адже, щодня зростає кількість різноманітних торговельних конфліктів, що з кожним днем набирають обертів та в перспективі можуть перерости у світову торговельну війну між державами.

Це обумовлює необхідність розробки дієвого міжнародного механізму урегулювання таких конфліктів.

Насамкінець, слід зазначити, що світові торговельні війни, а зокрема, їх особливості та наслідки, потребують подальших наукових досліджень.

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ  
ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ВИКОНАВЧОЇ СЛУЖБИ**

На сьогодні проблема ефективного виконання судових рішень є досить актуальною. У 2016 році покладено початок реформуванню системи виконання судових рішень шляхом прийняття нового Закону «Про виконавче провадження» та Закону «Про органи та осіб, які здійснюють примусове виконання судових рішень і рішень інших органів». Від 02.06.2016 набули чинності ЗУ «Про виконавче провадження» та ЗУ «Про органи та осіб, які здійснюють примусове виконання судових рішень і рішень інших органів». Втратили чинність старий ЗУ «Про виконавче провадження» та ЗУ «Про державну виконавчу службу».

Виконавче провадження у загальних рисах не зазнало будь-яких серйозних змін. Проте загальні норми, що стосуються відкриття, закриття, зупинення виконавчого провадження, були доповнені і уточнені раніше застосовувалися нормами, що містилися в інших нормативних актах, а не в Законі про виконавче провадження.

Діяльність органів державної виконавчої служби та приватних виконавців здійснюється з дотриманням принципів:

- 1) верховенства права;
- 2) законності;
- 3) незалежності;
- 4) справедливості, неупередженості та об'єктивності;
- 5) обов'язковості виконання рішень;
- 6) диспозитивності;
- 7) гласності та відкритості виконавчого провадження та його фіксування технічними засобами;
- 8) розумності строків виконавчого провадження;
- 9) співмірності заходів примусового виконання рішень та обсягу вимог за рішеннями.

Зважаючи на те, що в межах даного дослідження немає можливості дослідити детально кожен із вище вказаних принципів, розглянемо ті, що є, на нашу думку, основними.

Згідно з принципом уникнення конфлікту інтересів, при його виникненні між стягувачем та виконавцем, виконавець має право заявити самовідвід, оскільки державний виконавець не може брати участі у виконавчому провадженні і підлягає відводу, якщо він є близьким родичем сторін, їх представників або інших осіб, які беруть участь у виконавчому провадженні, або заінтересований в результаті виконання рішення, або є інші обставини, що викликають сумнів у його неупередженості.

У ст. 2 Закону України «Про виконавче провадження» міститься принцип співмірності заходів примусового виконання рішень та обсягу вимог за рішеннями. Якщо при зверненні стягнення на майно боржника, шляхом накладення на нього арешту, здійснення від імені боржника і за його рахунок певних дій, примусова діяльність виконавця повинна бути спрямована на задоволення тільки того обсягу вимог стягувача, які встановлені в рішенні суду чи іншого юрисдикційного органу.

Наступний принцип - принцип гласності та відкритості виконавчого провадження та його фіксування технічними засобами. Цей принцип базується на гласності в діяльності органів ДВС, на забезпеченні правдивою інформацією громадськості, учасників виконавчого процесу та осіб, які залучаються для проведення виконавчих дій. Крім цього слід зазначити, що цей принцип реалізується через те, що однією із новел цього закону є закріплення у ст. 8 автоматизованої системи виконавчого провадження, яка передбачає, що реєстрація виконавчих документів, документів виконавчого провадження, фіксування виконавчих дій здійснюється в автоматизованій системі виконавчого провадження, порядок функціонування, надання інформації та умови доступу до якої визначаються Мін'юстом.

Насамкінець, слід зазначити, що організаційно-правові засади діяльності державної виконавчої служби потребують подальших наукових досліджень.

**АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ У СФЕРІ КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ**

Існує низка нормативних джерел, які регламентують суспільні відносини щодо прав власності, використання і розпорядження результатами інтелектуальної, творчої діяльності – це Конституція України, Цивільний Кодекс України (ЦКУ), ЗУ «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі», «Про охорону прав на промислові зразки», а також міжнародні акти (Конвенції, Всесвітньої організації інтелектуальної власності, Бернська конвенція про охорону літературних і художніх творів та інші). До об'єктів цивільних прав належать результати інтелектуальної, творчої діяльності та інші об'єкти права інтелектуальної власності (ст.199 ЦКУ). Продуктами такої діяльності є винаходи, промислові зразки, твори науки, літератури, мистецтва незалежно від форми, призначення, цінності, а також способу відтворення. У ЦКУ результати інтелектуальної, творчої діяльності розглядаються як вид нематеріальних благ (гл.15 «Нематеріальні блага»). ЦКУ ст.418 дає визначення поняття права інтелектуальної власності як особистих немайнових прав. Майнові права інтелектуальної власності можуть передаватися повністю або частково іншій особі на умовах, визначених у ліцензійному договорі. Важливими є особливості легітимації як об'єктів цивільних прав результатів інтелектуальної, творчої діяльності. Зокрема, твори літератури, науки і мистецтва стають об'єктами цивільних прав з моменту їх створення; винаходи, промислові зразки, раціоналізаторські пропозиції – з моменту кваліфікації їх як результатів інтелектуальної праці у встановленому порядку відповідними компетентними органами. Стаття 420 ЦК України дає перелік об'єктів права інтелектуальної власності, яким в Україні надано правову охорону. Перелік видів договорів, на підставі яких здійснюється розпорядження майновими правами інтелектуальної власності, закріплено у ст.1107 ЦК України.

Згідно з пунктами 2, 3 ч.1 ст.424 ЦКУ термін «виключне право» застосовується лише до двох правомочностей суб'єкта права інтелектуальної власності, а саме - права дозволяти використання об'єкта права інтелектуальної власності, та права перешкоджати такому використанню. В ч.1 ст.424 ЦКУ міститься перелік, відповідно до якого можна розрізнити два види майнових прав інтелектуальної власності - виключні та невиключні майнові права. Принциповим положенням договорів на використання об'єктів інтелектуальної власності є їх платний характер. Право розпоряджатися об'єктом має його власник, тому він може надати дозвіл і на безоплатне використання. Це право власника об'єкта. Проте здебільшого договори на використання інтелектуальної власності є платними, взаємними, двосторонніми. Плата за використання може здійснюватися у будь-яких правових формах. Розмір винагороди, порядок її обчислення, строки виплати визначаються угодою сторін. Це є принципово нове положення чинного законодавства України про інтелектуальну власність. Адже законодавством, що було чинним раніше, розмір винагороди, порядок обчислення, строки виплати та решта питань щодо винагороди виключно регламентувалися нормативними актами. Чинне законодавство України вирішення цих питань віддало на розсуд сторін договору. Договори щодо розпорядження майновими правами інтелектуальної власності повинні бути укладені у письмовій формі. На відміну від загального правила стосовно недотримання письмової форми договору щодо розпорядження майновими правами інтелектуальної власності такий договір є нікчемним (ч.2 ст.1107 ЦКУ). Як виняток, законом можуть бути встановлені випадки, коли зазначений договір може укладатись усно (п.1 ст.33 ЗУ «Про авторське право і суміжні права»). Виключне право на використання твору належить автору (ст.440, 441 ЦКУ та ст.15 ЗУ «Про авторське право і суміжні права»), а використання твору здійснюється лише за згодою автора (ст.433 ЦКУ).

З урахуванням того, що договір – це правочин двох або більше осіб, спрямований на виникнення, зміну чи припинення правовідносин між ними, при цьому обов'язковим є волевиявлення усіх сторін, що укладають договір, можливо дати наступне визначення: договори щодо розпорядження майновими правами інтелектуальної власності – це група договорів у сфері інтелектуальної власності, спрямованих на набуття, зміну або припинення майнових прав на об'єкти інтелектуальної власності.

**ПРАВОВИЙ ЗАХИСТ ВИНАХОДІВ В МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ В УКРАЇНІ**

Україна є відкритою країною для проведення клінічних випробувань медичних винаходів і лікарських засобів.

Слід звернути увагу на таку особливість винаходів, які можуть бути застосовані в медичній практиці, як їх відповідність етичним нормам, а саме, що їх створення не може порушити природний розвиток людини. У разі порушення норм моралі, гуманізму при створенні медичного винаходу винахідником, він не отримає патентної і правової охорони.

Медична практика в Україні розглядається як професійна діяльність медичних і фармацевтичних працівників, які здійснюють її як професіонали і фахівці у сфері охорони здоров'я [11]. Тому винаходи в межах медичної практики поділяються на дві групи: медичні винаходи (застосовуються в медицині) і фармацевтичні винаходи (пов'язані з винаходом лікарських засобів). Медичні винаходи включають способи лікування людей; пристрої для лікування та діагностики особи; штами мікроорганізмів, що використовуються для діагностики хвороби людини або його лікування; біотехнологічні винаходи. Фармацевтичні винаходи включають лікарські препарати.

Винаходи в межах медичної практики обов'язково проходять клінічні випробування. В Україні допускаються медико-біологічні експерименти на людині. Такий висновок впливає з того, що відповідно до ст. 45 Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я», використання медичних та біологічних експериментів на людях в Україні допускається з суспільно корисним призначенням, у випадку, якщо вони є науково обґрунтованими, переваги можливого успіху на ризик спричинення серйозних наслідків для здоров'я або життя, публічності застосування експериментів, повної обізнаності та вільної згоди особи, здатної до дорослих, що підлягає експерименту, з урахуванням вимог її застосування, а також з точки зору збереження медичної таємниці у необхідних випадках. Заборонено проводити дослідницький експеримент на пацієнтах, ув'язнених або військовополонених, а також терапевтичний експеримент на людей, хвороби яких не мають прямого зв'язку з метою експерименту [12]. Клінічні експерименти в українському законодавстві потрапляють у сферу регулювання медичного права, а правова охорона винаходів у межах медичної практики регулюється нормами інтелектуальної власності. Цей стан свідчить про недосконалість сучасного українського законодавства про інтелектуальну власність. Закон України «Про охорону прав на винаходи та корисні моделі» [14] не визначає особливості охорони та патентної процедури цих винаходів і не встановлює обмежень на перевірку їхньої промислової придатності. При цьому існує прецедент, коли були визначені особливості патентної процедури для штамів мікроорганізмів. Мова йде про Інструкцію про порядок зберігання штамів мікроорганізмів в Україні з метою проведення патентної процедури, яка вказує на те, що зберігання штамів мікроорганізмів повинно передувати подачі заявки на винахід [15]. Тому необхідно встановити особливості патентної процедури щодо винаходів, які можуть бути застосовані в медичній практиці. Це можуть бути правила щодо зобов'язання додавати документи про проведення клінічних випробувань до матеріалів заявки на патент на винахід. Надання документів для проведення клінічних випробувань дозволяє як встановити промислову придатність такого винаходу, так і додаткові гарантії для майбутнього виробника такого винаходу, оскільки це, наприклад, зменшить виробничі ризики.

*Список літератури*

1. **Захинея З., Шмаль Л.** Медична практика як дозвіл діяльності в антикорупційному законодавстві України. Науковий часопис Народної академії прокуратури України. 2017; 2: 51–67. Доступно за адресою: <http://www.chasopysnapu.gp.gov.ua/ua/pdf/2-2017/zaginej.pdf>.
2. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.1992 № 2801-ХІІ. Доступно в Інтернеті: <http://zakon.rada.gov.ua/ закони / show / 2801-12> (українською).
3. Про охорону прав на винаходи і корисні моделі: закон України від 15.12.1993 № 3687-ХІІ. Доступно за адресою: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/ show / 3687-12 / сторінка> (українською).
4. Інструкція про порядок депонування в Україні штамів мікроорганізмів з метою проведення патентної процедури: наказ Держпатенту України та Національної академії наук України від 26.06.1995 № 106/115. Доступно за адресою: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0286-95>.

Матеріали міжнародної науково-технічної конференції  
“Розвиток промисловості та суспільства”

том 2

Здано в набір 19.04.2019р. Підписано до друку 26.04.2019р за рекомендацією Вченої Ради  
Криворізький національний університет, протокол № 9 від 23.04.2019.

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 21. Тираж 90 прим.

Замовл. № 5. Укр., рос.

Технічна обробка, комп'ютерний набір, верстка  
Редагування текстових матеріалів

Какадій Н.В.  
Апанащенко С.І.

*Адреса видавництва:*  
50027, Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича, 11

Надруковано:  
ФОП Бурова Оксана Анатоліївна  
Свідоцтво ДП № 159-р від 26.03.13.  
50084 м. Кривий Ріг, мкр. Ювілейний, 10/104  
Тел. 067-7733717

Криворізький національний університет, 2019