

# **Секція 1**

## ***Технології видобутку корисних копалин***

**Бас Д.І.** студент гр. ПІ-08-6, **Яворський А. В.**, к.т.н., доцент

(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна)

## **АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ И СКОРОСТИ ПОДАЧИ ДОБЫЧНОГО КОМБАЙНА**

Выемочные машины являются главным средством для добычи полезного ископаемого, что требует значительного внимания в отношении их автоматизации и постоянного улучшения их качественных характеристик.

Очистной комбайн – комбинированная горная машина, одновременно выполняющая операции по разрушению угля и его погрузке на конвейер.

Необходимость оснащения комбайнов средствами автоматизации оговорена различными нормативными документами. Такими средствами и системами являются: аппаратура дистанционного управления двигателями комбайна и конвейера; аппаратура предупредительной сигнализации перед пуском комбайна, началом движения машины, предохранительные лебедки, аппаратура громкоговорящей связи рабочих в лаве между собой и с персоналом на штреке, автоматический регулятор нагрузки, обеспечивающий поддержание требуемого режима работы, система дистанционного управления положением режущих органов, аппаратура автоматического управления крепью.

Добыча угля на шахте напрямую зависит от эффективного использования добычного оборудования.

Работа с маломощными пластами на глубоких горизонтах, а также необходимость более точного определения местоположения, предполагает увеличение скорости срабатывания различных элементов автоматики и повышения надежной защиты, для обеспечения безопасной работы обслуживающего персонала и предохранения оборудования от различных негативных факторов рабочего процесса. В связи с этим проблемам автоматики и автоматизации уделяется значительное внимание.

Одной из актуальных задач в области автоматизации добычных комбайнов является задача усовершенствования средств регулирования нагрузки на привод. Существующие системы рассчитаны на работу с объемным гидроприводом, не могут быть использованы для работы с современными комбайнами с частотно-регулируемым приводом подачи, поэтому задача исследования и разработки автоматической системы регулирования нагрузки и скорости подачи добычного комбайна с частотно-регулируемым приводом актуальна на сегодняшний день.

В ОАО «Автоматгормаш им. В. А. Антипова» разработан комплекс технических средств КС500Ч.УХЛ5, предназначенный для управления комбайнами 1КДК500, 2КДК500, КДК700, КДК400 с частотным приводом подачи, находящимся на очистном комбайне производства ЗАО «Горловский машиностроитель». Комплекс КС500Ч позволяет осуществлять управление комбайном в условиях подземных выработок шахт, опасных по газу или пыли, в том числе при выемке угля на выбросоопасных или угрожающих по выбросам пластах.

Комплекс КС500Ч выполняет следующие функции:

- включение и отключение комбайна и конвейера совместно с установленной на штреке аппаратурой УМК или КДУ (в зависимости от исполнения);
- блокирование несанкционированного включения комбайна;
- управление исполнительными механизмами комбайна;
- диагностирование и защита основных узлов комбайна;
- аварийное отключение механизмов, работающих в забое;
- отображение технологической и диагностической информации.

При возникновении аварийных ситуаций: перегрев электродвигателей; перегрузка; превышение допустимой концентрации метана в забое; отсутствие воды в системе охлаждения двигателей; перегрев масла в редукторах режущих органов; нарушение изоляции силовых кабелей, преобразователя частоты и двигателей подачи; исчезновение радиоканала при радиоуправлении, происходит отключение комбайна.

Информация о состоянии комплекса и комбайна отображается на дисплее блока индикации, расположенного в пульте управления.

Испытания комплекса КС500Ч проходили на четырех шахтах: им. Бажанова, «Бутовская», «Южнодонбасская» №3, «Новодонецкая». В настоящее время в эксплуатации находятся два комбайна КДК500 с комплексом КС500Ч - на шахтах им. Бажанова и «Южнодонбасская» №3. В результате промышленных испытаний подтверждены заложенные технические решения по управлению частотно-регулируемым приводом подачи. Аппаратура и очистной комбайн приняты к серийному производству.

Эксплуатация забойных машин, комплексов и агрегатов связана со значительными трудностями, обусловленными их непрерывным перемещением, разнообразными горно-геологическими условиями, пылегазовым режимом шахты, ее микроклиматом и другим факторами.

Системы автоматизации выемочных машин должны обеспечивать автоматическое отключение комбайна: при остановке забойного конвейера, уходе комбайна от передвинутой секции крепи на расстояние более заданного, наличии препятствий на машинной дороге, превышении допустимой концентрации метана на исходящей из лавы струе и в месте работы комбайна, прекращении подачи воды в оросительное устройство комбайна по достижении им исходного положения по концам лавы.

Решение проблемы автоматизации забойных машин позволит:

- повысить производительность машин путем более полного использования мощности их электродвигателей;
- повысить качество добытого угля и снизить его себестоимость;
- улучшить динамические качества машин, их надежность и увеличить срок службы.

Поскольку основной задачей горнодобывающей промышленности является увеличение объемов добычи угля и уменьшение опасности связанной с его добычей, применение автоматизированных способов управления комбайном – весьма перспективное направление.

Таким образом, оснащения комбайнов средствами автоматизации имеет огромное значение для горнодобывающей промышленности.

### **Список литературы**

1. Батицкий В.А., Куроедов В.И., Рыжков А.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности: Учебник для техникумов.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1991.– 303 с.
2. Автоматизация процессов подземных горных работ / Под ред. проф. А.А.Иванова. – К.; Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1987. – 328 с.
3. <http://masters.donntu.edu.ua>.

**Берьозкін І.І. студент гр. ГРГС-10-5**

*(Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”, м. Дніпропетровськ, Україна)*

## **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОСТАВКИ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ У ЛАВАХ З КРУТОПОХИЛИМ ЗАЛЯГАННЯМ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ**

Нині робота шахт Центрального району Донбасу з крутопохилим заляганням пластів характеризується низькими техніко-економічними показниками. Основним засобом механізації виїмки в очисних вибоях на крутопохилих пластах залишаються відбійні молотки і комбайни, а для кріплення лави використовують переважно індивідуальне дерев'яне кріплення (65% шахт цього регіону).

Метою роботи є підвищення продуктивності та безпеки праці у лавах крутопохилих пластів за рахунок вдосконалення засобів транспортування елементів індивідуального кріплення.

Однією з основних проблем при веденні очисних робіт на пластах з крутопохилим і крутих заляганням є доставка лісоматеріалів в лаві. Цей тривалий процес (4-5 годин в ремонтну зміну і 1-2 години в видобувну) із залученням великої кількості людських ресурсів (1 гірник на 8-15 метрів довжини лави, якщо доставка ведеться з вентиляційного (верхнього) штреку і 1 гірничоробочий - на 3 - 5 метрів довжини лави, якщо вона проводиться з відкатного (нижнього) штреку), супроводжується високим травматизмом.

Науковцями та співробітниками шахт були запропоновані і випробувані засоби для доставки лісу, які полегшують працю і знижують час доставки, але широке застосування отримали лише деякі із них.

Відомий пристрій з канатом, довжина якого дорівнює довжині лави, що намотується на лебідку, встановлену на вентиляційному штреку. З канатом зчлюються відрізки тросу, на відстані більше довжини стійки і до них прикріплюються штирі, призначені для забивання у стійку. Над штирями розміщені ковпаки обтічної форми для спрямування стійок при їх зіткненні з виступаючими предметами (кріплення, нерівності ґрунту) [1].

Недоліками цього пристрою є порушення цілісності стійки, неможливість транспортування інших лісоматеріалів (затягувань, обапола, розпилів), випадки відриву стійки в процесі транспортування, які ведуть до травматизму робітників і порушенню кріплення лави.

Більш безпечним є пристрій з металевою трубою ("залізний лісогон"), відрізки якої монтуються по всій довжині лави з виходом на вентиляційний і відкатного штреки. Транспортування може вестися з вентиляційного штреку – гравітаційний транспорт, і з відкатного з установкою переносного компресора – пневматичний транспорт.

Але через високі вимоги до якості лісоматеріалів цей пристрій на шахтах Центрального Донбасу не набув поширення.

На сучасних шахтах широко застосовуються канатні установки [2], наприклад, волокуші.

Перспективним технічним рішенням у реалізації цього напрямку можна вважати волокушу без задньої стінки для завантаження лісу і з боковою стінкою, що відкривається при його розвантаженні. Зверху до жорсткої бази лісоматеріали фіксуються ланцюгами. Для запобігання аварійних ситуацій при зіткненні волокуші з кріпленням її виконують обтічної форми, а для плавного переміщення по лаві волокуша встановлюється на лижі.

Переміщення волокуші з лісоматеріалами здійснюється за допомогою кінцевого канату і лебідки, встановленої на вентиляційному штреку і обладнаної датчиком обертів барабана для визначення місцезнаходження вантажу у лаві.

Застосування такого пристрою для доставки лісоматеріалів у лавах крутого падіння дозволяє зменшити час доставки лісоматеріалів, знизити трудомісткість, збільшити безпеку при ремонтних роботах.

Для встановлення ефективності запропонованого пристрою планується його дослідна перевірка на шахтах "Єнакіївська" і "Полтавська" ДП "Орджонікідзевугілля".

#### **Перелік посилань**

1. А.с. 74771 СССР, МКН Е21D13/04. Устройство для доставки леса в лаву при пологом и крутом падении пластов [Текст]/ Р.Н. Ткаченко, С.И. Мильковицкий (СССР). – Заявл. 21.08.1948; опубл. 31.03.1949.
2. Денищенко О.В. Шахтні канатні дороги [Текст]: Монографія/ О.В. Денищенко – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 172с. (Російською мовою).

**Денищенко А.В., доц., к.т.н., Юрченко О.О., аспирант**

*(Государственный ВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепропетровск, Украина)*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГРАНИТНЫХ КАРЬЕРОВ**

Объемы добычи полезных ископаемых в Украине для производства щебеночной продукции составляют более 75 млн. т, что позволяет удовлетворять спрос как отечественных, так и потребителей из России, Польши, Румынии, Белоруссии и др. [1].

На действующих гранитных карьерах Украины наибольшее распространение получил автомобильный транспорт [1,2]. Понижение глубины карьеров приводит к значительному увеличению расстояния транспортирования вследствие чего возрастают затраты на перемещение карьерных грузов. Существующая автомобильная транспортная система месторождений скальных нерудных полезных ископаемых является вполне приемлемой, однако себестоимость транспортирования постоянно растет из-за расходов на заработную плату, горюче-смазочные материалы, шины и ремонт автомобилей.

Цель работы – анализ существующих и разработка новых технологических схем транспортирования горной массы в условиях гранитных карьеров Украины.

Сокращение расстояния транспортирования автосамосвалами достигается за счет использования комбинаций автотранспорта с другими видами транспорта или его полной замены.

Наибольшее распространение на открытых горных работах получили комбинации автомобильного транспорта с железнодорожным и конвейерным, реже со скиповыми подъемниками.

С нашей точки зрения, в качестве подъемно-транспортного оборудования на щебеночных карьерах может быть использован еще один вид канатного транспорта – канатные напочвенные дороги (ДКН), которые по сравнению с наклонными скиповыми подъемниками не требуют перегрузки горной массы в другие транспортные средства для транспортировки на поверхности.

В то же время ДКН обладает практически теми же преимуществами, что и наклонные скиповые подъемники, за исключением меньшего угла наклона трассы, который зависит от высыпания груза из вагонов. В зависимости от угла естественного откоса транспортируемой горной массы угол наклона трассы при загрузке вагона с “шапкой” составляет 15-20°.

Назначение канатных напочвенных дорог согласно техническому заданию – транспортирование вспомогательных грузов и людей по подземным выработкам со знакопеременным профилем пути. В последнее время область эффективного применения ДКН на шахтах Украины расширена на транспортировку горной массы, материалов и людей при проведении выработок [3].

Поскольку выбор наиболее эффективного вида транспорта производится из числа рассматриваемых вариантов, а правильность принятия решения зависит от набора принятых к рассмотрению вариантов, поэтому при оценке транспортных комплексов гранитных карьеров необходимо учитывать возможность применения не только традиционных для открытых горных работ видов транспорта, но и канатных напочвенных дорог.

С учетом работ [1,2,4,5] возможные структурные технологические схемы транспортирования на карьерах скальных нерудных полезных ископаемых приведены в таблице 1.

**Структурные технологические схемы транспортирования  
скальных нерудных полезных ископаемых**

Выемка горной массы	Транспортирование внутри карьера	Подъем	Транспортирование на поверхности	Количество перегрузок при транспортировании
Э	Авто			-
Э	СДУ	ЛК		-
Э	Авто	СДУ	ЛК	1
Э	СДУ	ПЛК	ЛК	1
КП		СДУ	ЛК	-
Э	Авто	СП	Авто	2
КП		СП	Авто	1
Э	ДКН			-
Э	Авто	ДКН		1
КП		ДКН		-

Э – экскаватор, КП - колесный погрузчик, ЛК – ленточный конвейер, ПЛК – передвижной ленточный конвейер, СДУ – самоходная дробильная установка, СП – скиповой подъемник, ДКН – канатная напочвенная дорога

Дальнейшие исследования необходимо проводить в направлении разработки прогрессивных транспортно-технологических схем, учитывающих все многообразие горно-геологических условий гранитных карьеров Украины.

#### Перечень ссылок

1. Совершенствование добычи и переработки пород на щебеночных карьерах / Воловик В.П., Коган И.Л., Карпенко А.В. [и др.] // Мат-ли міжн. конференції «Форум гірників-2010».– Д.: НГУ, 2010. – Т1. – С.97–104.
2. Симоненко В.И. Новые технологические схемы транспорта при разработке гранитных месторождений / В.И. Симоненко, А.В. Мостыка, А.В. Черняев// Науковий вісник НГУ. – 2007. – №10. – С.5–7.
3. Денищенко А. В. Шахтные канатные дороги: Монография / А. В. Денищенко. – Д.: НГУ, 2011. – 172 с.
4. Буткевич Г.Р. Транспортирование скальных пород (на примере нерудного сырья) / Г.Р. Буткевич // Горная промышленность. – 1996. – №.1 – С.52–56.
5. Денищенко А.В. Оценка эффективности канатных транспортных установок в условиях карьеров / А.В. Денищенко, О.О. Юрченко // Науковий вісник НГУ. – 2010. – №11-12. – С.49–51.

Дудля М.А,к.т.н.,професор, Курникова М.С., студентка гр.ГІ-08-9  
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна )

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ В РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ

Сланцевий газ – речовина, яка утворилась в тонкозернистих сланцевих породах між ділянками кембрійського і крейдового періодів (близько 500 млн. років тому). Це породи з низькою проникністю, яку збільшують шляхом гідравлічних розривів. Для цього залучають великі обсяги води, змішують хімреагенти (воду, хімічні речовини і пісок) і отриману рідину закачують у свердловину високими темпами (рис.1). Вода зворотного потоку і пластова вода зберігаються на місці виконання робіт у відкритих резервуарах чи баках.

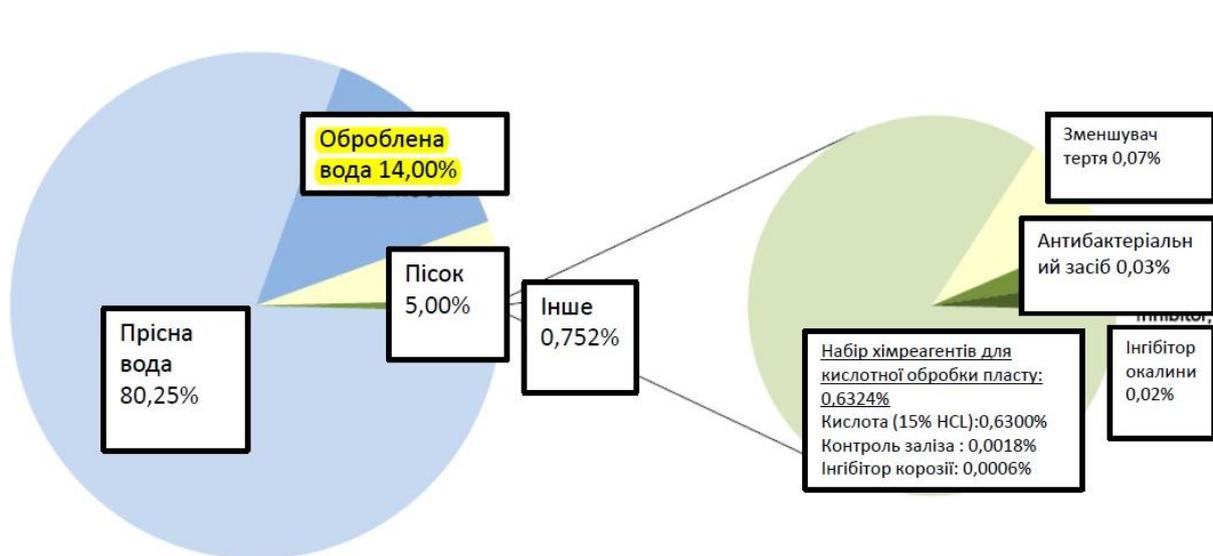


Рисунок 1 – Склад води для гідророзриву пласта

Джерела водопостачання:

- власні джерела (муніципальні системи);
- поверхневі води, в т.ч. підземні колодязі;
- альтернативні джерела (води охолодження, дренаж покинутої шахти, оброблені хімічними реагентами стічні води).

Кожні 100 -200 метрів обсадної колони труб мають отвори для введення рідини у сланцеву породу для гідравлічного розриву. На кожному рівні вливається близько 1-2 млн. літрів рідини.

Основні варіанти зберігання води (рис.2):

- централізовані водосховища;
- єдине водосховище для бурового майданчика;
- фракційні контейнери.

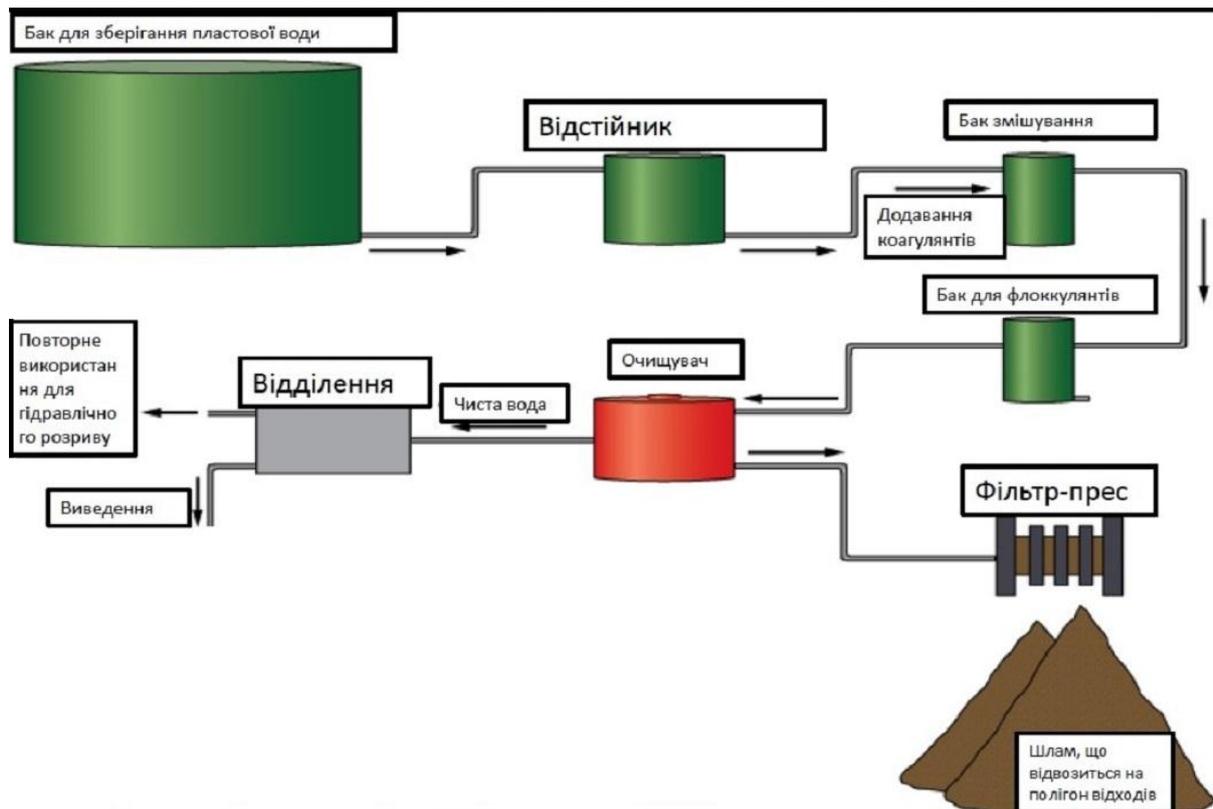


Рисунок 2 – Типова схема обробки води для повторного використання

#### Висновки:

1. Хімічне осадження може забезпечити більше 99% очищення потенційних речовин, які вимивають розчин.
2. Для утилізації води важливо використовувати ін'єкційні свердловини.
3. Повторне використання води зворотного потоку і рідин економічно вигідніше, при цьому зменшується негативний вплив на навколишнє середовище.
4. Проведення гідророзриву потребує якісного вивчення сейсмічної активності та попередження зараження водоносних горизонтів.
5. Надання об'єктивної фактичної інформації громадянам- один із найважливіших елементів заінтересованості учасників процесу.

Інюткін І.В., асистент, Борисенко О.О., ст.ГРг-10-9

(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна)

## ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЮЧОЇ СХЕМИ ЛОКОМОТИВНОГО ТРАНСПОРТУ НОВОКОСТЯНТИНІВСЬКОГО РУДНИКА

Для отримання енергетичної незалежності України необхідно збільшувати видобуток енергетичних носіїв, якими багата країна, а саме поклади уранової руди. Найбільш високий рівень готовності до розробки уранових запасів має Новокосянтинівська шахта. Згідно з діючими проектними рішеннями в процесі першого і другого етапів відробки запасів Новокосянтинівського родовища гірнича маса буде транспортуватись переважно шахтними локомотивами.

На сьогоднішній час кабінетом міністрів України розроблено пріоритетні напрями інноваційної діяльності галузевого рівня [1]. Одним із пріоритетів вважається заміна застарілого технічного обладнання на сучасне енергозберігаюче та використання мало-витратних методів реконструкції існуючих схем.

Таким чином, обґрунтування експлуатаційних параметрів та розробка високо адаптивних технологічних схем локомотивного транспорту на базі удосконалення рейкової колії є актуальною задачею, вирішення якої суттєво підвищить надійність та ефективність локомотивного відкочування гірничої маси.

**Мета роботи** – обґрунтування заходів поступового удосконалення діючої транспортно-технологічної системи, що направлені на підвищення експлуатаційної продуктивності локомотивного транспорту.

Згідно зазначеної мети поставлено наступне науково-практичне завдання розробити технологію кріплення рейкових з'єднань для підвищення надійності та ефективності локомотивного транспорту.

Попередніми дослідженнями встановлено [2], що одним із напрямів удосконалення локомотивного відкочування гірничої маси є використання циклічно-поточної організації навантажувальних робіт, за рахунок введення у склад технологічної схеми транспорту перевантажувача, який дозволить перейти від завантаження одиночних вагонеток до завантаження партії вагонеток. Але також потрібно розробити нові методи удосконалення систем локомотивного транспорту, які не вимагають великих капітальних витрат. Одним із проблемних ділянок систем локомотивної відкатки є рейкове полотно, а саме місця з'єднання рейок.

Аналіз способів з'єднання рейок показав, що існуючі з'єднання мають складну конструкцію для виготовлення якої потрібні додаткові трудові затрати та використання спеціальних пристроїв [3, 4].

Розроблена технологія кріплення рейок [5], за рахунок введення нових технологічних параметрів, дозволяє плавно навантажувати наступну рейку шляхом передачі зусилля виступом попередньої рейки на виступ наступної (рис.1).

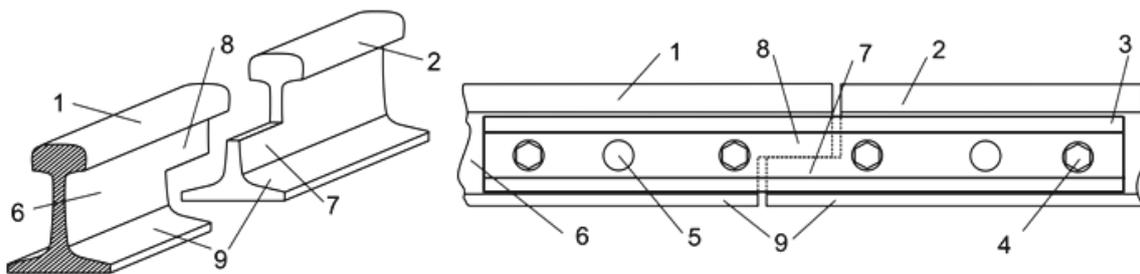


Рисунок 1 – Загальний вид з'єднання рейок:

- 1 – попередня рейка; 2 – наступна рейка; 3 - металева накладка; 4 - кріпильні елементи;  
5 - отвори для кріпильних елементів; 6 - шийка рейки; 7 - нижній виступ; 8 - верхній виступ; 9 - підшва рейки

Новий спосіб здійснюється наступним чином. На початку підготовлюють попередню та наступну рейку до форми відповідного профілем, для чого між двома сусідніми рейками в кожній наступний контактний торець виконують профілем з нижнім виступом, а в попередній відповідно з верхнім виступом. При цьому кінці рейок формують уступами з одним виступом. Після підготовки рейок до форми відповідного профілю виконують приєднання кінцями між собою кожних двох рейок.

Далі стикове з'єднання формують шляхом щільного накладання верхнього виступу попередньої рейки на нижній виступ наступної рейки до їх взаємного перекриття, залишаючи зазор між торцями для коливання довжини рейок в умовах перепаду температури. Потім з використанням металевих накладок з'єднують рейки, кріпильними елементами через видовжені отвори в шийках рейок, що дає можливість забезпечити контактну взаємодію попередньої рейки з наступною. Крім того під навантаженням колеса накладка працює як балка, оперта кінцями на підшву рейки.

Для підтвердження технічного результату за допомогою програмного забезпечення SolidWorks було досліджено навантаження з'єднання рейок (рис. 2)

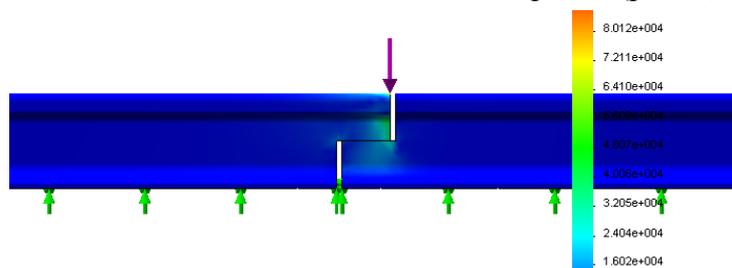


Рисунок 2 – Розподіл напружень при навантаженні з'єднання рейок.

При навантаженні з'єднання рейок виникаючи зусилля в попередній рейці від натиснення колеса послідовно передаються через верхній виступ на наступну рейку шляхом навантаження нижнього виступу. Завдяки цьому забезпечується технічна можливість більш плавного перекошування залізничного колеса навіть коли металеві накладки перестають працювати.

#### **Висновки**

Встановлено, що застосування нової технології з'єднання рейок дозволить збільшити ефективність локомотивного транспорту за рахунок надійності рейкової колії та підвищити ресурс експлуатації з'єднання рейкових стиків.

По результатам попереднього дослідження удосконалено діючу технологічну схему транспорту за рахунок використання нового способу з'єднання рейок, але для обґрунтування раціональних параметрів рейкових з'єднань необхідно провести експеримент у реальних умовах.

#### **Перелік посилань:**

1. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/397-2012-п>
2. Ширін Л.Н., Коптовець О.М., Інюткін І.В. «Обґрунтування заходів удосконалення діючої схеми транспорту Новокостянтинівського рудника для адаптації її до поетапного освоєння запасів руди// V міжнародна науково-практична конференція «Проблеми горного дела и экологии горного производства» 14-15 травня 2010 р.
3. Пат. №65878 Україна, МПК E01B 11/00. Рейкове стикове ізолююче з'єднання / Дубневич Я. В., Костюк Р. Д. (UA);». -№97114271/28; заявл. 18.06.2003; опубл.15.03.2006, Бюл. № 3.
4. Пат. №40677 Україна, МПК E01B 11/24. СТИКОВЕ З'ЄДНАННЯ РЕЙОК/ Рассохін І. О., Сітніченко В. В. (UA); заявник и патентовласник Рассохін І. О. -№98105343; заявл. 13.10.1998; опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7.
5. Патент на корисну модель МПК B65G 67/00. Пристрій для завантаження партії вагонеток сипучим матеріалом / Ширін Л.Н., Коптовець О.М., Денищенко О.В., Інюткін І.В.; заявник та патентовласник НГУ. – № u 200905774; заявл.05.06.09.

**Кечин М.А., аспирант**

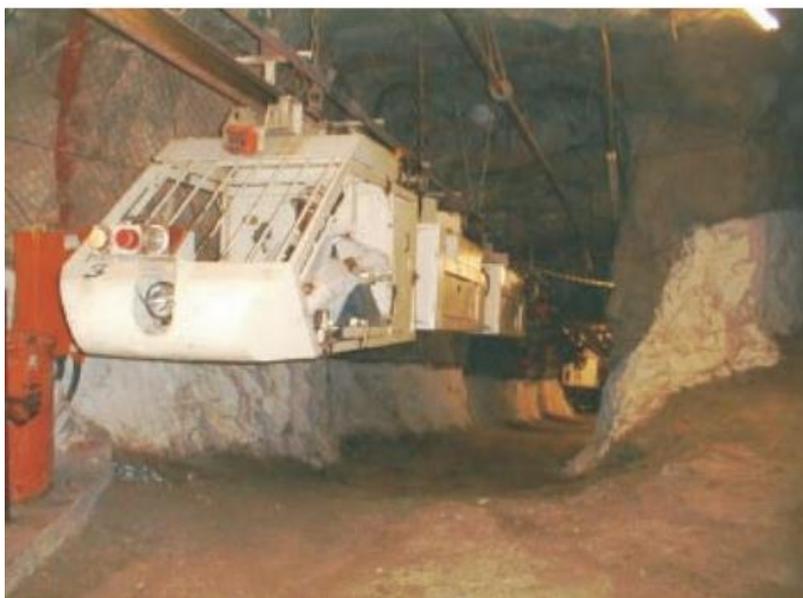
*(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина)*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОДВЕСНЫХ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

На многих шахтах Украины, несмотря на широкое внедрение высокопроизводительных очистных комплексов нового поколения, отмечена тенденция снижения объемов добычи полезного ископаемого.

Обосновывается это сокращением длины линии очистных забоев из-за несвоевременной подготовки новых выемочных столбов. В современных условиях темпы продвижения линии очистного забоя составляет 150...200 м/мес. При отработке длинными столбами по падению (восстанию) и комбайновом проведении выработок, необходимо обеспечивать темпы проходки в пределах 190...250 м/мес. Для комбайнового способа проведения выработок такие темпы являются нормативными, однако наличие незапланированных простоев значительно увеличивают сроки подготовки выемочных столбов. Одной из основных причин этого является проявление свойств боковых пород, в частности пучение почвы подготовительных выработок.

При комбайновом способе проведения выработок для решения этой проблемы необходимо осуществить техническое перевооружение подготовительных забоев и перейти к малооперационным технологическим схемам с циклично-поточной организацией работ.



В зарубежной практике при проведении выработок комбайновым способом находят широкое применение подвесные монорельсовые дороги. Следует отметить, что шахтные подвесные монорельсовые дороги, нашли свое применение и на некоторых шахтах Украины. Однако технико-экономические показатели работы некоторых подготовительных забоев, в которых они эксплуатируются, оказались ниже, чем прогнозировалось. Основной причиной низких показателей их работы явилось отсутствие соответствующего методического обеспечения по рациональному использованию их во времени при проведении подготовительных выработок и подготовке выемочного столба в целом. Для своевременного обеспечения фронта очистных работ необходимо вести

планомерную подготовку новых выемочных столбов. Этот процесс связан с проведением и креплением горных выработок, оснащением их соответствующими коммуникациями, а также монтажом и подготовкой комплекса очистного оборудования. На угольных шахтах перемещение материалов, оборудования и перевозка людей по подземным горным выработкам осуществляется с помощью вспомогательного транспорта, который в транспортно-технологической системе шахты, представляет самостоятельный процесс.

Опыт подготовки новых выемочных столбов на шахтах Западного Донбасса показал, что в условиях активного пучения почв, главным направлением развития вспомогательного транспорта с поверхности до рабочих мест, следует считать создание транспортно-технологической системы, исключающей применение напочвенных видов транспорта и позволяющей осуществлять перевозку вспомогательных материалов в контейнерах и крупногабаритных грузов в пакетах при максимальной механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ.

С целью сокращения сроков выполнения монтажно-демонтажных работ, разработаны схемы перемонтажа забойного оборудования с транспортировкой секций монорельсовыми поездами с дизельным приводом. Перевозка людей и грузов от ствола осуществляется по отдельной магистральной полевой выработке, оборудованной для двустороннего движения. В зонах примыкания бортовых выработок или их заездов устанавливаются стрелочные переводы для обеспечения въезда монорельсового поезда на бортовую выработку. Далее по бортовым выработкам люди или грузы доставляются непосредственно до места назначения. Главной особенностью такой схемы вспомогательного транспорта является сквозная (бесперегрузочная) доставка оборудования и материалов.

Основными особенностями монорельсовых дорог с дизельными локомотивами являются:

1 – полная автономность, обеспечивается дизельным силовым агрегатом, находящимся на монорельсовом локомотиве;

2 – способность работы на горизонтальных и наклонных горных выработках, т.е. способность обеспечить бесперегрузочный вспомогательный транспорт;

3 – высокая степень безопасности, обеспечиваемая взрывобезопасностью, малотоксичностью дизельного силового агрегата, надежностью тормозной системы поезда, автоматической противопожарной системой и удобством управления.

4 – максимальная механизация погрузочно-разгрузочных операций, обеспечиваемая гидроподъемниками, смонтированными на поезде;

5 – блочность конструкции, обеспечивающая при наборе необходимого количества определенных блоков весь диапазон скоростей, грузоподъемностей и тяговых усилий, удовлетворяющий всем требованиям вспомогательного транспорта существующих и перспективных шахт.

Перечисленные особенности автономных монорельсовых дорог позволяют считать их наиболее рациональным видом шахтного вспомогательного транспорта.

#### **Список источников**

1. Расцветаев В.О. Обґрунтування параметрів взаємодії підвісних монорейкових доріг з кріпленням дільничних виробок для інтенсифікації підготовчих робіт: диссер. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук: спец. 05.15.02 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых»
2. Поляков Н.С. Динамика шахтного рельсового транспорта / Поляков Н.С., Новиков Е.Е. К.: «Наукова думка», 1973. – С. 101 – 111.
3. Tomas Budniok, Josef Rusinek, Underground transport, International Mining, 2010, September, pp. 52-53.

**Коровяка Е.А., к.т.н., доцент, Василенко Е.А., аспирантка, Манукян Є.С., аспирант**

*(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск)*

### **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ УТИЛИЗАЦИИ И РЕГЕНЕРАЦИИ МЕТАНА, ВЫДЕЛЯЕМОГО МУСОРНЫМИ СВАЛКАМИ**

Метан – основной компонент свалочного газа, выделяемого мусорными свалками. Свалочный газ образуется в результате естественного разложения органических фракций, захораниваемых на полигонах, и состоит примерно из 50 % CH<sub>4</sub> и 50 % CO<sub>2</sub>, а также небольшого количества примесей. Метан и углекислый газ относятся к числу парниковых газов; при этом парниковый эффект метана в 21 раз превышает парниковый эффект углекислого газа. Образование метана – причина самовозгорания неизолированных российских свалок, что приводит к трудно ликвидируемым пожарам и выделению в атмосферу значительного количества токсичных веществ, являющихся продуктами неполного сгорания горючих компонентов отходов (оксиды углерода, серы и азота, полициклические углеводороды, в том числе бензапирен, хлорфтор углеводороды, включая диоксины и фураны). Образование свалочного газа продолжается в течение десятков лет после прекращения приема отходов, при этом наиболее активная фаза газовой выделения составляет 20–30 лет.

В заметных объемах биогаз добывается и утилизируется в ряде развитых западных стран. К их числу относятся США, Германия, Великобритания, Нидерланды, Франция, Италия, Дания. Объемы годовой газодобычи представлены в табл.2.5.1., из которой следует, что глобальная утилизация СГ составляет примерно 1,2 млрд. куб. м в год, что эквивалентно 429 тыс. тонн метана или 1% его глобальной эмиссии. Таким образом, объем извлекаемого газа ничтожен по сравнению с объемом его образования. Это открывает широкие возможности для развития биогаза как отрасли в целом.

Таблица 1

Масштабы мировой добычи СГ

<b>Страна</b>	<b>Объем добычи СГ, млн. куб. м/ год</b>
США	500
Германия	400
Великобритания	200
Нидерланды	50
Франция	40
Италия	35
Дания	5
Итого:	1230

Начиная с 1980-х гг. на всех американских полигонах (как на закрытых, так и на действующих) организовано извлечение свалочного газа и сжигание содержащегося в нем метана. В соответствии с требованиями Агентства по охране окружающей среды США система дегазации должна быть смонтирована в течение 5 лет после открытия полигона. В настоящее время в 32 штатах приняты законы, обязывающие утилизировать тепло от сжигания свалочного газа непосредственно или для получения электро-

энергии. Полигон I-66, расположенный в графстве Файерфакс, пример закрытого полигона, на котором реализован проект по использованию свалочного газа для получения тепла в инфракрасных нагревателях. Полигон площадью около 25 га эксплуатировался в течение 17 лет – с 1972 по 1989 г. Он не имеет изоляции дна и боковых стенок, извлечение свалочного газа в ходе его эксплуатации не предусматривалось. После закрытия полигона его поверхность была покрыта слоем глины, и затем была организована система дегазации, включающая сеть скважин, коллектор, 2 насоса для откачки газа, компрессор для его компримирования, конденсатоотводчик и свечу для сжигания газа в летний период, когда не работают инфракрасные нагреватели. Глубина скважин составляет от 9 до 21 м, расстояние между ними – 30 м. Трубы коллектора расположены главным образом на поверхности, на некоторых участках – под землей. По периметру полигона организована сеть наблюдательных скважин для мониторинга неорганизованного выделения газа, которое (по законам штата) не должно превышать 5 %. Перед подачей на инфракрасные нагреватели газ очищается от силоксанов в фильтре с активированным углем. Объем выкачиваемого газа составляет 850 м<sup>3</sup>/ч. Газ содержит 61 % CH<sub>4</sub>, 35 % CO<sub>2</sub>, 4 % O<sub>2</sub>. Газ сжигается в трубчатых инфракрасных нагревателях, предназначенных для сжигания природного газа и используемых для обогрева расположенных рядом с полигоном гаража грузовых автомобилей и автомойки. Каждый нагреватель потребляет 50 м<sup>3</sup>/ч свалочного газа. Использование свалочного газа приносит его потребителям ежегодную экономию в размере 110 тыс. долл. Полигон I-95 в графстве Файерфакс эксплуатировался в течение примерно 20 лет и был закрыт в 1980-е гг. Площадь, занятая отходами, составляет 60 га, глубина свалочного тела – 75 м. Общее количество захороненных отходов – около 18 млн т. Полигон также не имеет изоляции дна и боковых стенок. Его поверхность закрыта слоем глины, пробурены 350 скважин глубиной до 45 м. Трубы коллектора находятся под землей на глубине от 0,9 до 3,6 м. Суммарная мощность насосов, создающих разрежение в системе дегазации, составляет 73 кВт. После очистки от влаги и силоксанов газ транспортируется к потребителям.

Подобные проекты могут быть реализованы и при поддержке ряда международных организаций, например международного партнерства Methane to Markets, что позволяет значительно сократить выбросы парниковых газов. Получение доходов от утилизации свалочного газа возможно в случае его использования в качестве теплоносителя, например в инфракрасных нагревателях. Экономическая эффективность проектов, предусматривающих использование свалочного газа для выработки электроэнергии, в современных российских условиях при отсутствии государственной поддержки маловероятна.

#### Перечень ссылок

1. Возобновляемая энергетика 2003: состояние, проблемы, перспективы // Сб. докладов Межд. научн.-практ. конф. / СПбГПУ.-Спб., 2003.- 616 с.
2. Горбатюк О.В., Лившиц А.Г., Лурье Л.Д., Минько О.И. Утилизация биогаза полигонов твердых отходов: Обзорная информация.- М.: МГЦНИТИ, 1988.-125 с
3. Гурвич В.И., Лифшиц А.Б. Добыча и утилизация свалочного газа (СГ) - самостоятельная отрасль мировой индустрии // Энергоэффективность, 2005. - №4(42) .-С. 25-31.

**Михальов Д.В.** аспірант кафедри Транспортних систем та технологій  
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна)

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ МАССИВОВ

Для расчета потенциальных объёмов извлечения метана из угольных массивов необходимо иметь исходную горно-геологическую информацию. Требуемые параметры: мощность пласта,  $m$ ; плотность угля,  $\rho_y$ ; газоносность,  $C_0$ ; газопроницаемость угля,  $K_1$ ; газопроницаемость пород кровли  $K_3$ ; газопроницаемость пород почвы  $K_4$ ; пористость угольного пласта,  $P$ ; пористость пород кровли,  $P_3$ ; пористость пород почвы,  $P_4$ ; пластовое давление газа  $P_\infty$ ; эффективный радиус зоны питания скважины,  $R$ .

Зависимость между природным пластовым давлением и газоносностью угля устанавливается изотермой Ленгмюра (рис. 1).

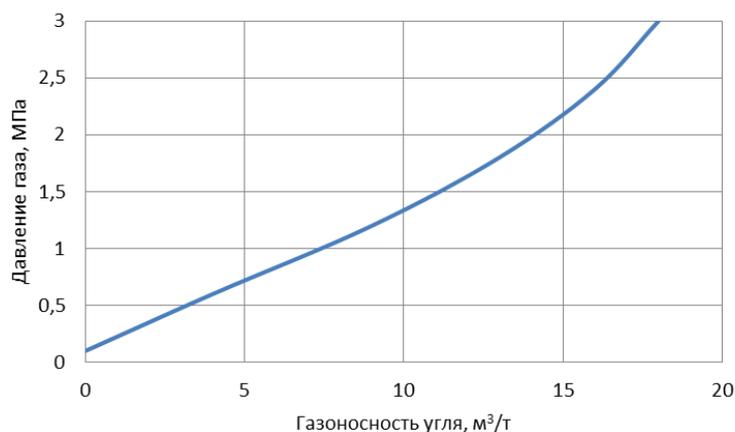


Рисунок 1– Изотерма Ленгмюра

Уровень извлечения метана определяется не только геологическими факторами угольного пласта и окружающего массива, но также показателями технологии обработки угольного пласта с целью дезинтеграции.

В настоящее время не существует надежных методик прямого расчета площади зоны разупрочнения пласта. Это объясняется тем, что необходимые для расчета количественные показатели, такие как начальная трещиноватость угольного пласта, расстояние между природными угольными блоками и их геометрическая форма - практически недоступны для измерений. Поэтому выходом из существующего положения является вычисления радиуса зоны дезинтеграции на основе использование принципа сопоставления фундаментальной теоретической модели с результатами практического гидроразрыва пласта.

Согласно известным подходам [1,2] физическая модель зоны разупрочнения угольного пласта представляет собой среду с двойной проницаемостью. По этой модели процесс дегазации угольного пласта реализуется в совокупности двух физических процессов: диффузии по закону Фика в монолитных матрицах угля и свободной фильтрации по магистральным трещинам, которые имеют аэродинамическую связь с продуктивной скважиной. Похожая модель, учитывающая преимущественно вертикальную блочность, описана в работе [3].

Расчетная формула для дебита газа  $Q_l = q(t)$  продуктивной скважины, учитывающая поступление в трещины метана, десорбируемого из угольных блоков выглядит так:

$$Q_1 = \frac{16}{\pi} R^2 m \rho_y (C_0 - C_L) \frac{1}{t_p} \exp\left[-\frac{\pi^2 t}{4 t_p}\right], \text{ кг/с.} \quad (1)$$

где  $t_p$  – эквивалентное время релаксации процесса метаноотдачи в процессе диффузии, определяемое из выражения

$$\frac{1}{t_p} = \frac{1}{t_{px}} + \frac{1}{t_{py}}.$$

Таким образом, параметр метаноотдачи (эквивалентное время релаксации процесса метаноотдачи) угольного пласта  $t_p$  определяют на основании сопоставления с фактическим дебитом скважины на начальной стадии эксплуатации, т.е. сразу же после удаления из пласта воды. Из-за пределов границы зоны дезинтеграции пласта в направлении к скважине может поступать преимущественно свободный метан ( $Q_2$ ), движение которого описывается законом Дарси. Еще одним источником метана являются породы почвы и кровли, из которых метан также поступает в зону дезинтеграции, а затем движется к скважине. Основной поток метана из выше- и нижележащих пород – это фильтрационный перенос газа по закону Дарси. Решение аналогичной задачи описано в работе [4]. Дебиты метана из плоскостей обнажения, представляющих собой породы кровли почвы, покрывающие зону разупрочнения, рассчитывается по формулам:

$$Q_3 = \pi R_0^2 \cdot \frac{K_3}{\mu} \cdot \frac{\mu_{CH_4} P_\infty^2 - P_0^2}{RT \sqrt{\pi \alpha_3 t}}; \quad (2)$$

$$Q_4 = \pi R_0^2 \cdot \frac{K_4}{\mu} \cdot \frac{\mu_{CH_4} P_\infty^2 - P_0^2}{RT \sqrt{\pi \alpha_4 t}}; \quad (3)$$

где  $K_3$  и  $K_4$  – коэффициенты проницаемости пород кровли и почвы, Д;  $\alpha_3$  и  $\alpha_4$  – пьезопроводность пород кровли почвы, м<sup>2</sup>/с;

$$\alpha_3 = \frac{K_3}{\mu \Pi_3} \cdot \frac{P_0 + P_\infty}{2}; \quad \alpha_4 = \frac{K_4}{\mu \Pi_4} \cdot \frac{P_0 + P_\infty}{2}. \quad (4)$$

Таким образом, суммируя все описанные источники метана и механизмы их движения к промысловой скважине, получим величину дебита промысловой скважины в виде

$$Q_\Sigma = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4. \quad (5)$$

Изложенная методика расчета позволяет прогнозировать дебиты метана из промысловых скважин на стадиях заблаговременной дегазации угольного пласта, а также приток метана в течение времени дегазации.

### Перелік посилань

1. Modelling the Movement of Coalbed Gas for Different Coal Permeability F. Sereshki1, N. I. Aziz1, I. Porter1 and A. Godbole2. School of Civil, Mining and Environmental Engineering, University of Wollongong, NSW 2522, Australia; School of Mechanical, Materials and Mechatronics Engineering, University of Wollongong, NSW 2522, Australia. 0502. 2005 International Coalbed Methane Symposium. University of Alabama, Tuscaloosa.
2. Jolly, D.C., Morris, L.H. and Hinsley, F.B. (1968) An investigation into the relationship between the methane sorption capacity of coal and gas pressure. Mining engineer, Vol.127, No. 94, pp.539-548.
3. Каркашадзе Г.Г., Коликов К.С. Оценка величины дегазуемых запасов угля по динамике газовыделения. Москва, МГГУ, 2006. Сборник научных трудов по материалам симпозиума «Неделя горняка-2007».
4. Пучков Л.А., Сластунов С.В., Федунец Б.И. Перспективы добычи метана в Печорском угольном бассейне. Москва. Издательство Московского государственного горного университета, 2004, 557с.

**Новосельцев В.В., аспирант каф. ТСТ**

(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ И УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО МЕТАНА НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ

Угольные шахты являются одним из основных источников энергоресурсов Украины. Добыча угля за последнее десятилетие стабилизировалась на уровне 75 – 85 млн. т. угля в год (рис.1). Украина является одним из лидеров по производству угля в Европе, но если учесть тот факт, что в 1990 году в стране добывалось 165 млн. т., а в настоящий момент 85 млн.т., то можно смело сказать что весь потенциал угольной отрасли не раскрыт в полной мере.

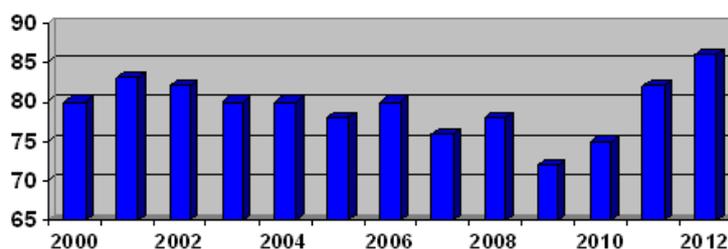


Рисунок 1 – Объемы добычи каменного угля на шахтах Украины в период с 2000 по 2012 года.

Это обусловлено тем, что в 1997 году в Украине был принят план ликвидации шахт, который привел к закрытию самых неэффективных, из 284 действующих шахт страны. К 1999 году их осталось 244, а в 2000 году их число сократилось до 232, в 2005 в Украине осталось 167 угледобывающих шахт, а на начало 2012 года на Украине насчитывалось всего 145 шахт. Как следствие зависимость от внешних энергоресурсов существенно возросла и необходимость в освоении новых альтернативных источников довольно актуальна в настоящее время [1].

Одним из альтернативных видов топлива, который можно успешно извлекать и использовать является шахтный метан (ШМ). Мировые запасы ШМ превышают запасы природного газа и оцениваются в 260 000 млрд. кубометров. На долю Украины приходится примерно 12 000 млрд. кубометров. Из которых 1700 млрд. кубометров составляют промышленные запасы. Исходя из того, что ежегодное потребление природного газа в Украине – около 60 млрд. м<sup>3</sup> промышленные запасы шахтного метана могут обеспечить государство газом ориентировочно на 28 лет [2].

Об актуальности добычи ШМ свидетельствует тот факт, что еще в 2001 году 77 % действующих шахт Украины были признаны загазованными, а большинство угольных пластов Донбасса расположены на глубине от 500 до 900 метров и содержание газа в них колеблется от 15 до 20 м<sup>3</sup> на тонну добытого угля, однако на некоторых шахтах оно может достигать 50 – 60 м<sup>3</sup>/т, а глубина разработки – превышать 1000 м. Промышленная добыча метана может позволить существенно улучшить условия труда для работников угольных шахт, сократить вероятность внезапных выбросов метана и соответственно уменьшить количество аварий, а также уменьшить зависимость угледобывающих предприятий внешних источников энергоресурсов. Обычно на украинских угольных шахтах во время добычных операций метан, дренируется вентиляционными и дегазационными системами и, в большинстве случаев, выбрасывается в атмосферу, и

лишь на некоторых угольных предприятиях Украины внедрены технологии по масштабному извлечению и утилизации ШМ. По количеству выбросов метана в атмосферу Украина занимает пятое место в мире. По подсчетам специалистов, в Украине утилизируется лишь десятая часть шахтного метана

Благодаря принятию Закона Украины от 7.07.2011 № 3610-VI «О газе (метане) угольных месторождений» органы власти стараются содействовать предприятиям, которые планируют добычу ШМ. Согласно этому закону временно, до 1 января 2020 года, освобождается от налогообложения прибыль предприятий, полученная ими от хозяйственной деятельности по добыче и использованию газа (метана) угольных месторождений. Однако суммы средств, высвобожденные в связи с предоставлением налоговой льготы, направляются плательщиком налога на увеличение объемов производства, переоснащение материально-технической базы, внедрение новейших технологий, связанных с деятельностью по добыче и использованию газа (метана) угольных месторождений.

Также в последнее время в Украине были приняты некоторые законодательные акты, которые стимулируют использование альтернативных источников энергоресурсов, а в частности метана угольных шахт. Закон Украины «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Украины относительно стимулирования мероприятий по энергосбережению» от 16.03.2007 № 760-V предусматривает следующее:

- Освобождение от налогообложения операции по ввозу на таможенную территорию Украины оборудования, которое работает на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии, энергосберегающего оборудования и материалов;
- Освобождение от налогообложения прибыли предприятий, полученной от продажи на таможенной территории Украины таких видов товаров собственного производства и оборудования, работающего на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии; энергосберегающего оборудования, материалов и изделий [3].

Добыча шахтного метана может позволить обеспечить несколько значительных улучшений в горнодобывающей промышленности, а именно:

- Повышение безопасности шахтеров.
- Обеспечение угольных предприятий дополнительным источником энергоресурсов.
- Уменьшение нагрузки на системы шахтной вентиляции.
- Освобождение от налогообложения прибыли, полученной от продажи метана или произведенной с его помощью электроэнергией.
- Отсутствие до 2020 года налогообложения на импортируемое оборудование для добычи метана.

#### Список источников

1. Global Methane Initiative. Ukraine. [Текст]: CMM Country Profiles. – 2010.
2. BP Statistical Review of World Energy 2010. [Текст]: Global Overview of CMM Opportunities, – 2009.
3. Закон Украины «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Украины относительно стимулирования мероприятий по энергосбережению» от 16.03.2007 № 760-V.

**Фролов О.С.** студент гр. ГІ-08-6, **Яворський А. В.**, к.т.н., доцент  
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна)

## **К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК НА ШАХТАХ УКРАИНЫ**

В настоящее время, остро стоит вопрос о повышении производительности механизированных комплексов и безопасности рабочих в лаве. Альтернативой старому оборудованию является использование струговых установок, при работе которых, не требуется присутствие людей в очистном забое и увеличивается производительность труда.

Впервые в послевоенные годы в Советском Союзе, в Донбассе, началось внедрение струговых установок статического и динамического действия. В феврале 1945 г. Луганское конструкторское бюро Гипроуглемаш начало проектирование экспериментального угольного струга статического действия. Упрощенный вариант изготовил Луганский завод им. Октябрьской революции.

В начале 1946 г. струг испытывался на шахте «Дельта-3» в Донбассе. Стремление создать установки, сочетающие положительные качества стругов статического и динамического действия, привело к разработке установок, где разрушение угля производится и статическим и динамическим путем.

В предложенной Днепропетровским горным институтом струговой установке статическо-динамического действия УССД-1, предназначенной для выемки крепких углей на пластах крутого падения, применена оригинальная конструкция исполнительного органа. Он представляет собой отбойную головку, вращающуюся от обратной ветви тяговой цепи. Двухсторонние зубки, расположенные по винтовой линии, последовательно внедряются в массив угля с динамическим ударом и статически скалывают серповидную стружку угля. Шахтные испытания показали работоспособность установки и целесообразность изготовления промышленного образца для отработки крутых пластов мощностью 0,45-0,65 м без присутствия людей в очистном забое.

В последние годы руководством ДТЭК для увеличения добычи, наряду с повышением безопасности труда на предприятиях компании были внедрены и успешно работают струговые установки.

В 2009 году на шахте «Степная» внедрен первый в Западном Донбассе струговой комплекс, изготовленный мировым лидером по производству горно-шахтного оборудования компанией Висугус DBT. Струги изготовлены с учетом производственных особенностей и горно-геологических условий угольного предприятия. Расчетный период окупаемости струга существенно меньше, чем аналогичный показатель угольных комбайнов.

По оценкам компании DBT и технических специалистов предприятия, средняя производительность струговой установки после выхода на производственную мощность будет достигать 3 300 т/сутки, что значительно больше максимально достигаемой на существующем отечественном оборудовании.

Наработка струговой установки до капитального ремонта составляет 5 млн. т угля, что в 7-8 раз больше наработки комбайнов УКД-300, являющихся одними из наиболее надежных видов отечественного оборудования.

Эксплуатируемое до настоящего времени горношахтное оборудование не позволит достичь высокопроизводительной отработки запасов блока №3 шахты «Степная», по следующим причинам:

- недопустимо высокая, превышающая мировые аналоги более чем в 2 раза, трудоемкость обслуживания устаревшего оборудования;

- недостаточный ресурс и, как следствие, низкая в сравнении с машинами современного уровня надежность (2,5-5 тыс. часов работы против 15-40 тыс. часов);
- низкая энерговооруженность очистных комбайнов (105-180 кВт против 800 кВт у современных струговых установок);

- крепи существующих очистных комплексов не соответствуют области применения по вмещающим боковым породам, что является основным сдерживающим фактором стабильной и безотказной работы очистных забоев.

Область применения струговых установок Висургус DBT:

- применяемость по вынимаемой мощности пласта 0,90-1,20 м;
- максимально возможная длина лавы 310м;
- максимально возможная сопротивляемость угля резанию в не отжатой зоне 400 кН/м;
- суммарная номинальная мощность двигателей струговой установки 800 кВт;
- гарантированная производителем суточная добыча, при вынимаемой мощности 0,9 м и сопротивляемости угля резанию 290 кН/м 3300 тонн по чистому углю;
- наработка до капитального ремонта конвейера струговой установки 5 млн. тонн;
- наработка до капитального ремонта секций крепи 30 000 циклов;

Сравнительная характеристика струговой установки и комбайнового комплекса приведена в таблице.

Параметр	Очистной комбайн УКД-300, секции КД-90, скребковый конвейер КСД-26В	Струговая установка скользящего типа GH9-38, секции DBT-2-Stempel, конвейер PF-3/822
Применяемость по вынимаемой мощности пласта, м	0,95 - 1,50	0,90 - 1,20
Гарантированная производительность, т/мин	4	5,5
Гарантированная производительность, т/сут.	2000	3300
Суммарная номинальная мощность приводов, кВт	360	800
Средний ресурс до капитального ремонта, тыс. т	500	5000

Поэтому переход на оборудование нового технического уровня это стремительный шаг к увеличению добычи угля и повышению безопасности и без того нелегкого и опасного шахтерского труда.

#### Список литературы:

1. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых /В.И. Бондаренко, А.М. Кузьменко, Ю.Б. Грядущий и др. – Д.: Полиграфист, 2003. – 708 с.
2. Горные машины и комплексы для добычи и обогащения полезных ископаемых /Н.И. Ведерников, Алчевск ДонГТУ 2007.
3. <http://www.dgum.com.ua>

Ширін Л.Н., д.т.н., професор, Дудля К.Є. студентка гр.БДб-09-1

(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна)

## РОЗРОБКА РОДОВИЩ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ

Одним із чинників енергетичної незалежності України є видобуток сланцевого газу – речовини, яка утворилась під час геологічних процесів і накопичилась у тонкозернистих сланцевих породах. Традиційно сланцевий газ не вважається привабливим варіантом через низьку проникність сланцевої породи (0.01-10  $\mu\text{D}$ ). Порода переважно утворюється між ділянками кембрійського і крейдового періоду, відкладається у низькоенергетичних морських і озерних середовищах. Газ утворюється з органічної речовини біогенічним або термогенічним способом. Порода з низькою проникністю не дає достатньої кількості газу. Гідравлічний розрив дає можливість штучно підвищити ступінь проникності (рис.1).

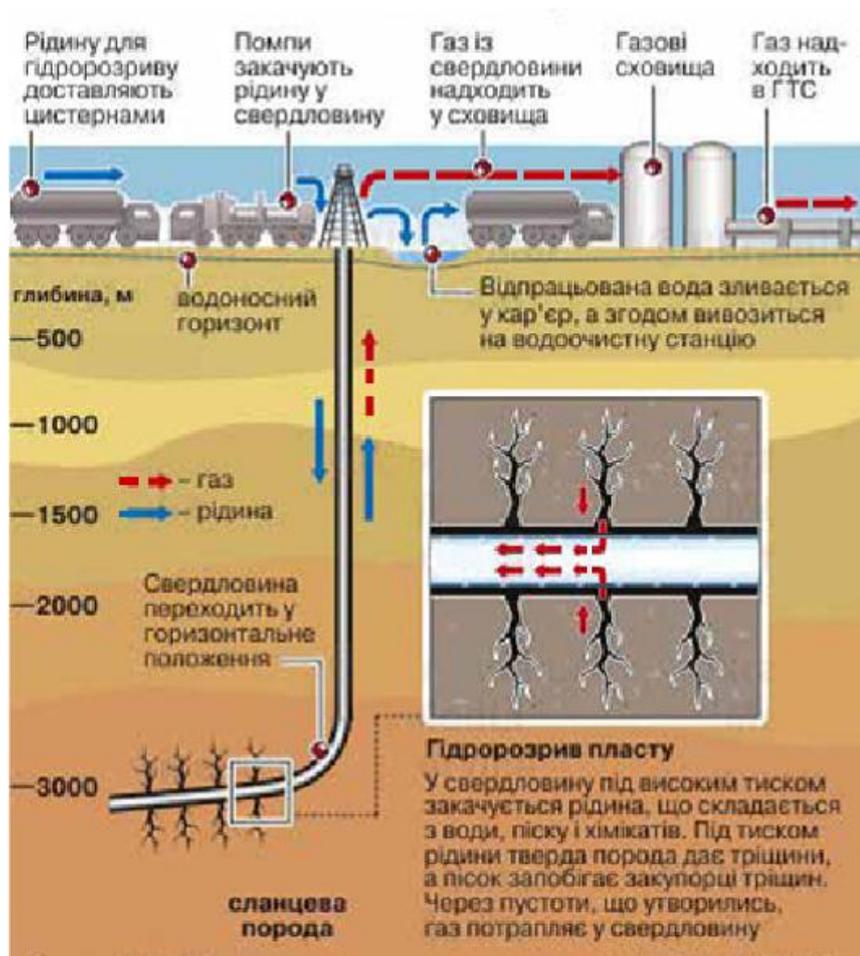


Рисунок 1 – Технологія видобутку сланцевого газу

Найбільша протяжність розривів догори становить не більше 400 м. Максимальне піднесення склало 588 м на родовищі Barnett. (США). Мікросейсмічність має надзвичайно низьку енергетику і не відчувається. Добре відомо, що добування вуглеводнів може спричиняти незначні землетруси (1-3 бали). Те саме відбувається і під час просадки породи у вугільних шахтах [1].

Сучасне горизонтальне буріння із застосуванням методу вимірювання забійних параметрів для горизонтального спрямування свердловини дало можливість провести експеримент на родовищі Барнет(США), у результаті якого з'явилися горизонтальні відвідні канали разом із багатоступінчастим гідророзривом для розробки покладів сланцевого газу. Наразі в США 1149 бурових установок бурять горизонтальні свердловини, 526 – вертикальні та 219 - направлені. Удвічі більше платформ здійснюють горизонтальне буріння замість вертикального.

Для цементування свердловин розроблено спеціальні інструменти й види цементу, включаючи підвіску хвостовика і рукавні пакери. Добавки для гідророзриву з використанням води повинні бути екологічно чистими. На практиці використовують такі добавки: *кислоти* (для розчинення мінералів і стимулювання утворення розломів у породі); *глутаральдегід* (антисептик); *поварена сіль* (сповільнює розпад гель-полімерних ланцюгів); *N, n – диметил формамід* (інгібітор корозії труб); *борна сіль* (зберігає в'язкість рідини при підвищенні температури); *поліакриламід* (зменшує гідравлічний опір при прокачуванні); *нафтові дистиляти* (зменшують тертя); *гуарова смола* (загущує рідину для утримання піску); *лимонна кислота* (попереджує випадання оксидів металів); хлорид калію (створює сольовий розчин); *бісульфід амонію* (видаляє кисень із води для захисту труб від корозії); *карбонат натрію чи калію* (зберігає ефективність інших компонентів); *етилен гліколь* (попереджує відкладення накипу в трубах); *ізопропанол* (підвищує в'язкість рідини розриву); *проппант, пісок* (утримує тріщини відкритими). Ці реагенти широко використовуються в побуті як миючі, косметичні та інші речовини, а деякі як харчові добавки. Загальна концентрація добавок у воді не перевищує 0,49 %, а по окремих речовинах складає 0,001 – 0,123 %.

#### Висновки:

1. Видобуток природного газу має величезні потенційні економічні переваги, включаючи створення нових підприємств і робочих місць.
2. Створення центрів природного газу для сприяння належному дослідженню питання; гранти чи державне фінансування;
3. Нові тенденції в управлінні водними ресурсами: використання альтернативних водних ресурсів; колодязі підземних вод неподалік від місць буріння; використання стічних вод муніципальних систем для мінімізації витоків; тимчасові надземні водосховища;
4. Безпосереднє повторне застосування (змішування); обробка на місці з повторним застосуванням і утилізація; хімічне осадження, випаровування із використанням технологій фільтрації. Близько 90 % зворотних потоків з нестандартних свердловин піддають вторинній обробці.
5. Видобуток сланцевого газу не створює суттєвої загрози навколишньому середовищу при дотриманні елементарних вимог регламентів спорудження та освоєння свердловин.

#### Перелік посилань

1. Шевелев Г.А. Фильтрация газа в шахтах. Текст : /Г.А.Шевелев,Г.В.Перепелица.- К.;Наук. думка, 2010 .-295с.

**Юдина А.А., Баргашевский С.Е.**

*(Государственный ВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепропетровск, Украина)*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ШАХТНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА**

По мере отработки месторождений происходит старение шахтного фонда, горные работы приближаются к границам шахтных полей. Это приводит к неуклонному росту протяженности маршрутов и ухудшению продольного профиля пути.

Движение груженых составов от погрузочных пунктов к стволу идет, в большинстве случаев, вниз по уклону. Вследствие именно тормозных, а не тяговых ограничений на участках с завышенным уклоном локомотив везет, зачастую, только одну груженую вагонетку. Это приводит к тому, что локомотивная откатка не в состоянии оперативно обеспечивать потребности очистных и подготовительных забоев. Себестоимость транспортирования вспомогательных материалов при этом существенно увеличивается, что негативно сказывается на финансовых результатах работы предприятия в целом. При несоблюдении весовой нормы движущегося вниз состава или изменения в результате пучения почвы профиля пути на отдельных участках выработки возникают сложности с торможением и опасность возникновения т. н. «орла», растет аварийность и травматизм на транспорте. Решить эту задачу возможно путем совершенствования тормозной системы шахтных локомотивов.

Традиционно применяемый колесно-колодочный тормоз является основным для всех типов шахтных локомотивов, поскольку его конструкция проста и отработана. Недостатком является то, что при торможении прижатием колодки к бандажу происходит интенсивный и неравномерный износ поверхности катания колеса, что оказывает отрицательное влияние на тягово-тормозные характеристики локомотива, повышаются динамические нагрузки на локомотив и верхнее строение путей. Непрерывное изменение геометрии поверхности контакта и попадание в зону контакта влаги и грязи приводит к нестабильности величины коэффициента трения между колодкой и колесом. Эти факторы в значительной мере снижают эффективность такого торможения.

Избежать износа колесных пар и попадания загрязнений в зону контакта можно путем перехода к дисковым тормозам, основным конструктивным элементом которых является тормозной диск, зажимаемый с двух сторон фрикционными накладками, установленными в суппорте. Основным достоинством является то, что благодаря плоскопараллельному контакту трущихся поверхностей, обеспечивается максимально плотное их прилегание друг к другу.

В результате нашей работы была предложена конструкция тормозной системы шахтного локомотива нового технического уровня (рис. 1), приоритетность которого подтверждается заявкой на изобретение (№ а2013 00033 от 02.01.2013 13:02:51).

С целью повышения коэффициента сцепления пары накладка - боковая поверхность колеса нами используется физический эффект, возникающий при протекании электрического тока высокой плотности через поверхность контакта двух проводников.

В предложенном устройстве накладки соединены с токоприемником через введенный выключатель, при этом тормозной кран соединен с выключателем с возможностью их одновременного включения в период торможения.

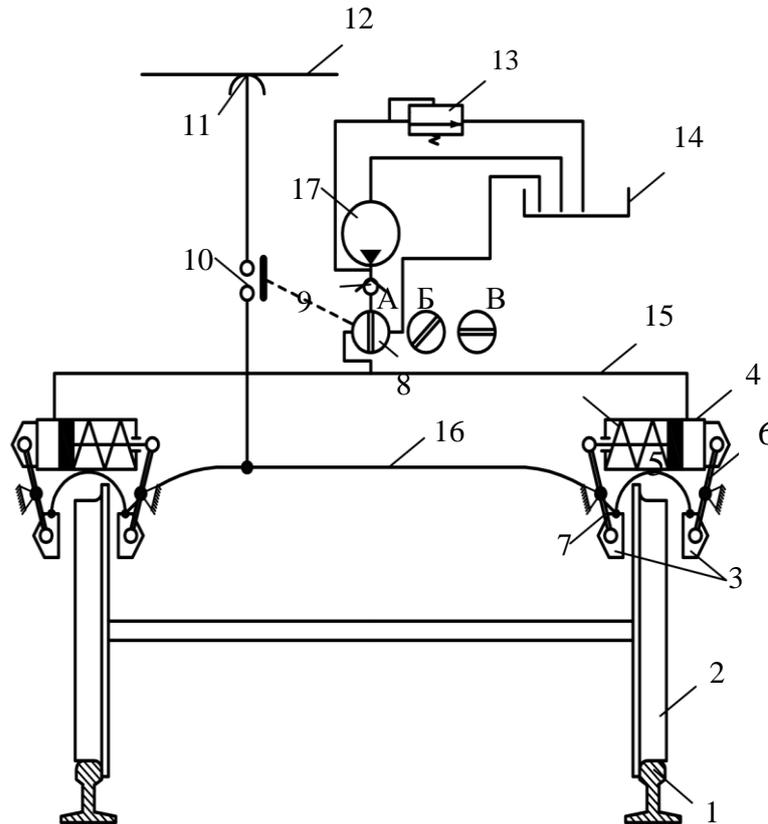


Рисунок – 1 Тормоз шахтного электровоза: 1 – рельс; 2 – колесная пара; 3 – фрикционные накладки; 4 – гидроцилиндр; 5 – пружины; 6,7 – рычаги; 8 – золотник; 9 – обратный клапан; 10 – выключатель; 11 – токоприемник; 12 – троллея; 13 – предохранительный клапан; 14 – бак; 15 – трубопровод; 16 – провод; 17 – насос

Электрический ток, проходящий через зоны контакта фрикционных накладок и боковых поверхностей колесных пар, а также рельс и рабочих поверхностей колесных пар, усиливает межмолекулярное взаимодействие контактирующих материалов, которое повышает коэффициент трения между ними и предотвращает снижение коэффициента сцепления колес с рельсовым путем.

Внедрение данного тормозного устройства позволит существенно повысить тормозную силу шахтного локомотива, снизить износ поверхности катания колеса, предотвратить нарушение геометрии трущихся поверхностей и как следствие, увеличить весовую норму поезда и среднюю скорость движения состава по тормозному фактору, снизить динамические нагрузки на ж/д полотно и локомотив, за счет чего улучшить технико-экономические показатели работы локомотивного транспорта.

### Литература

1. Правила безопасности в угольных шахтах/НПАОП 10.0-1.01-10.-К.: Основа, 2010.- 208с.
2. Сцепление - вдвое? Авт.О.Измеров, статья [http://rzdclub.ucoz.ru/publ/sceplenie\\_vdvoe/1-1-0-1](http://rzdclub.ucoz.ru/publ/sceplenie_vdvoe/1-1-0-1).
3. Розрахунок шахтного локомотивного транспорту: Навч. Посіб./О.О.Ренгевич, О.М.Коптовец, П.А.Дьячков та ін. – Д.:Національний гірничий університет, 2007. – 83 с.

**Ярошик Н.И.** аспирант, **Симоненко В.И.**, д.т.н. проф.  
(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет",  
г. Днепрпетровск, Украина)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Актуальность.** Разработка нерудных месторождений полезных ископаемых в Украине для получения разнообразных строительных материалов в последние годы приобретает более интенсивное развитие. Это связано с оживлением процессов восстановления эксплуатации карьеров, которые раньше (15–20 лет назад) планомерно разрабатывались, а также освоением новых нерудных месторождений. Указанные процессы сопровождаются необходимостью решения ряда важных и актуальных в настоящее время задач, в первую очередь таких, как выбор эффективных комплексов технологического оборудования; принятие технологических схем добычи и переработки минерального нерудного сырья, обеспечение экологически безопасной работы горнодобывающего предприятия в условиях нормативной и сниженной относительно нее санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Указанные задачи имеют научную и практическую значимость, так как они тесно связаны с решением важных общегосударственных программ развития и реформирования промышленности. А проблема обоснования эффективных комплексов технологического оборудования, к которым принадлежит и звено для выполнения выемочно-погрузочных работ, в карьерах имеет определяющее значение, так как принятые механизмы оказывают непосредственное влияние на размер капитальных вложений и эксплуатационных затрат.

**Цель.** Обоснование критериев эффективности работы звена выемочно-погрузочного оборудования технологического комплекса в условиях сниженной СЗЗ.

**Основная часть.** Целесообразность применения выемочно-погрузочного звена технологического комплекса оборудования обосновывалась авторами [1–3] по технологическим и экономическим критериям. Технологическим критерием является производительность выемочно-погрузочного оборудования, экономическим – удельные капитальные  $K_c$  и эксплуатационные  $\mathcal{E}_B$  затраты (грн/м<sup>3</sup>) на выемку и погрузку горных пород в транспортное средство. Такой подход, хотя и общепринят в практике горнодобывающего производства, остается зависимым от конъюнктуры цен на приобретение оборудования (затраты  $K_c$ ) и энергетических ресурсов (топлива, электроэнергии, смазочных материалов и др). Капитальные вложения на оборудование для нерудных карьеров зависят от металлоемкости их конструкций. Поэтому при одинаковых объемах ковша затраты  $K_c$ , как показали результаты исследований [2], будут меньшими для фронтальных погрузчиков, чем для экскаваторов (прямая и обратная мехлопаты). Эксплуатационные затраты распределялись таким образом: энергетические затраты и затраты на материалы – 62%, амортизация оборудования – 24%, затраты на сервисное обслуживание – 12%, заработная плата – 2%.

Исследованиями [4] на основе детального анализа структуры элементов затрат в себестоимости единицы вынутой горной массы на нерудном карьере установлена возможность и целесообразность оптимизации многовариантных технологических схем и их комплексов оборудования открытых разработок за комплексным критерием – суммарной энергоемкости  $\sum w_e$  (кВт·ч). Этот критерий содержит полезную выполненную работу, которая потрачена на выемочно-погрузочные, транспортные и другие процессы горных работ в карьере. Тогда эффективность работы выемочно-погрузочного оборуду-

дования на нерудных карьерах по критерию  $\sum W_{евн}$  можно представить следующим выражением:

$$\sum W_{евн} = W'_{ee} + W'_{em} + W'_{eon} + W'_{exo} \rightarrow \min \quad (1)$$

где  $\sum W_{евн}$  – суммарные затраты энергии на выполнение выемочно-погрузочных работ, кВт·ч;  $W'_{ee}, W'_{em}$  – затраты энергии соответственно на выемку пород экскаватором и их погрузку в транспортное средство, выемку и транспортировку пород колесным погрузчиком и погрузку в средство перевозки (бункер дробилки), кВт·ч;  $W'_{eon}$  – энергоемкость человеческой работы обслуживающего персонала, кВт·ч;  $W'_{exo}$  – затраты энергии на хозяйственно-бытовое обслуживание карьера, кВт·ч.

Затраты, которые входят в формулу (1) можно определить:

$$W'_{ee} = \frac{1}{\eta_0} \left[ (N_e \cdot n_e \cdot T_p \cdot K_N \cdot K_{II} \cdot K_{pe}) \pm (P_{mi} \cdot q_{mi} + \sum_{i=1}^m P_{ГСМi} \cdot q_{ГСМi}) \right] \cdot K_m, \quad (2)$$

$$W'_{em} = (P_{mi} \cdot q_{mi} + \sum_{i=1}^m P_{ГСМi} \cdot q_{ГСМi}) \cdot K_m, \quad (3)$$

$$W'_{eon} = (0.037 - 0.0735) \cdot \sum_{i=1}^n T_{pi}, \quad (4)$$

$$W'_{exo} = P_{om} \cdot q_{om} \cdot K_m + \sum_{i=1}^n P_{xo} \cdot T_{xo}, \quad (5)$$

где:  $N_e$  – установленная мощность электроприводов на экскаваторе, кВт;  $n_e$  – количество электродвигателей на экскаваторе;  $T_p$  – продолжительность работы электродвигателей экскаватора, часов;  $K_N$  – коэффициент использования мощности двигателя;  $K_{II}$  – коэффициент потери энергии при работе экскаватора;  $K_{pe}$  – коэффициент затрат электроэнергии на вспомогательные цели (электросварку, электрообогрев, кондиционирование воздуха и т.д.);  $\eta_0$  – к.п.д. электродвигателя;  $P_{mi}$  – масса израсходованного двигателями топлива (дизельного, бензина), кг;  $q_{mi}$  – удельная теплота сгорания 1 кг топлива кДж/кг;  $P_{ГСМi}$  – масса горюче-смазочных материалов  $i$ -го вида, которые применялись при эксплуатации экскаватора, кг;  $q_{ГСМi}$  – удельная теплота сгорания 1 кг ГСМ  $i$ -го вида, кДж/кг;  $K_m$  – эквивалентный коэффициент для пересчета тепловой энергии (дизельного и других горюче-смазочных материалов) на электрическую, которая может быть получена при сгорании топлива или ГСМ в энергетическом котле, кВт·ч/кДж;  $T_{pi}$  – продолжительность работ обслуживающего рабочего персонала при эксплуатации экскаватора или колесного погрузчика, ч;  $P_{om}$  – количество топлива на обогревание рабочих в тепляках (участковых бытовых вагончиках) кг;  $q_{om}$  – удельная теплота сгорания топлива в котле бытового вагончика (тепняка), кДж/кг;  $P_{xo}$  – мощность двигателя стиральной машины для бытового обслуживания рабочих на выемочно-погрузочных процессах, кВт;  $T_{xo}$  – продолжительность работы стиральной машины, ч.

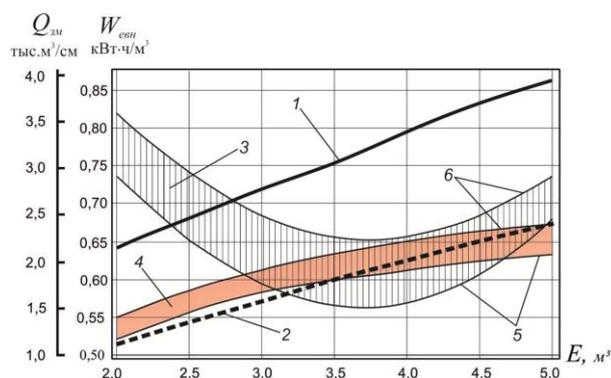
Оборудование разнотипное как по техническим параметрам, так и по принципу работы, поэтому предлагается представить его в виде отношения суммарных затрат энергии на выполнение выемочно-погрузочных работ оборудования к выполненному объему работ, и выразить как удельную энергоемкость  $W_{евн}$  (кВт·ч/м<sup>3</sup>):

$$W_{евн} = \frac{\sum W_{евн}}{\Pi_x}, \quad (6)$$

где  $\Pi_x$  – сменная производительность выемочно-погрузочного оборудования.

В работе были использованы данные предприятий Украины по фактическому использованию ГСМ, которые разрабатывают скальные породы (граниты, базальты, андезиты и пр.), и материалы предыдущих исследований [2, 5]. На рис. 1 представлен обобщенный график результатов, в котором отображена зависимость производительно-

сти  $Q_{см}$  и удельной энергоемкости на выполнение выемочно-погрузочных работ  $W_{евн}$  от геометрического объема ковша  $E$ .



**Рисунок 1** – График зависимости производительности и энергоемкости выполнения выемочно-погрузочных работ на месторождениях нерудных полезных ископаемых от объема ковша оборудования: 1, 2 – изменение производительности экскаваторов типа обратной мехлопаты и фронтального погрузчика соответственно; 3, 4 – области энергоемкости выполнения выемочно-погрузочных работ соответственно экскаваторами и погрузчиками; 5 – нижняя граница области энергоемкости работы оборудования в благоприятных условиях; 6 – верхняя граница области энергоемкости в неблагоприятных условиях

В целом по технологическому критерию оценки гидравлические экскаваторы являются эффективными при разработке нерудных полезных ископаемых, в основном на карьерах большой и средней площади и производительности [2]. Главным преимуществом этого оборудования является маневренность рабочего органа, что позволяет селективно разрабатывать породы в сложно-структурных забоях при большей высоте уступа по сравнению с колёсным погрузчиком (например в забоях базальтовых, известковых, флюсо-доломитных карьеров).

**Выводы.** Для выполнения выемки и погрузки пород в автосамосвалы на нерудных карьерах скальных полезных ископаемых площадью 110–50 га. и производительностью 1350–750 тыс.м<sup>3</sup>/год по технологическому и экономическим критериям оценки рекомендуется применять гидравлические экскаваторы (обратная мехлопата) с объемом ковша 3–4,5 м<sup>3</sup>. Фронтальные колёсные погрузчики с объёмом ковша 3,5–5 м<sup>3</sup> целесообразно применять на малой площади (до 20 га) и производительностью 50–576 тыс.м<sup>3</sup>/год.

Указанные погрузчики с большим объемом ковша (до 6–8 м<sup>3</sup>) могут успешно конкурировать с гидравлическими экскаваторами на выемочно-погрузочных работах нерудных карьеров большой и средней площади и производительности.

### Литература

1. Выемочно-погрузочные работы на карьерах./Беляков Ю.И. – М. : Недра, 1987. 351 с.
2. Организация выемочно-погрузочных работ на нерудных карьерах в современных условиях./В.И. Симоненко, Н.И. Ярошук//. – Днепропетровск, 2010. - №35, Т.1. – С. 44–51
3. Оптимизация технологических процессов на открытых разработках. К.Э. Виницкий, – М. : Недра, 1976.
4. Симоненко В.И. Оценка технологических решений открытой разработки нерудных месторождений /Сб. науч. тр./НГАУ. – Днепропетровск, 1998.-№3, Т.4. – с.59–63.
5. Симоненко В.И., Ярошук Н.И. Кирнос В.Д. О целесообразности применения передвижного и мобильного дробильно-сортировочного оборудования на нерудных карьерах малой площади и глубины. - Материалы международной конференции «Форум горняков–2011».– 2011.–С. 193–143.
6. Энергоёмкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых./И. А. Тангаев – М.: Недра, 1986. – 231 с.