



Том 17

Гірничча промисловість та геоінженерія

УДК 811.111

Калістий О.Д. студент гр. 184-16-3 ГФ

Макаревич Т.С. студент гр. 184-16-6 ГФ

Науковий керівник: Астаф'єв Д.О., асистент кафедри підземної розробки родовищ
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ НА ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЯХ

Відносини в сучасному світі засновані на міжнародному співробітництві. Працівникам сфери Гірничої справи доводиться спілкуватися зі своїми закордонними колегами, знайомитися з їх методами роботи, обмінюватися досвідом. Щоб бути висококваліфікованим спеціалістом і належним чином розв'язувати проблеми, треба володіти хоча б однією іноземною мовою. Сучасному інженерному суспільству потрібні висококваліфіковані фахівці, які володіють не тільки безпосередньо знаннями англійської мови, а й інженерним предметом. Підготовка таких фахівців є пріоритетною для українських вузів.

Одним з ефективних засобів мотивації навчального процесу є міжпредметні зв'язки англійської мови з предметами спеціального циклу, які безпосередньо пов'язані з майбутньою спеціальністю студентів [1]. Міждисциплінарний підхід має на увазі викладання різних дисциплін як єдиного цілого. Міжпредметні зв'язки дають можливість показати студентам реальність практичного використання знань і вмінь, які вони отримують на заняттях з англійської мови; виявити потенційні можливості студентів, навчити їх підкріпляти тему бесіди фактами як дисциплін з профілю майбутньої спеціальності, так і суміжних дисциплін, а також знаннями з особистого досвіду.

Якщо раніше предмет «Іноземна мова» представляв собою просто окрему дисципліну, то зараз ситуація змінилася. На перших курсах студенти вивчають головним чином предмети загальноосвітнього циклу, тому курс іноземної мови є своєрідним «Введенням в спеціальність». На старших курсах формується накопичення і збагачення термінологічного словника професійною та спеціальною лексику.

Міждисциплінарний підхід вимагає великих зусиль, як від студентів, так і від викладачів. Для успішного засвоєння студентами предмету, їм необхідно працювати з оригінальною англійською літературою за фахом; писати тези до конференцій, та брати участь в них; складати глосарій за тематикою спеціальності. Самостійна робота студентів є одним з важливих моментів навчального процесу, вона передбачає різні види індивідуальної та колективної діяльності. Самостійна робота здійснюється як під час аудиторних, поза аудиторних занять, під безпосереднім керівництвом викладача та без участі викладача [2].

Самостійна робота з предмету «Іноземна мова» передбачає поетапне засвоєння нового матеріалу; повторення та закріплення його, застосування на практиці.

Успішне функціонування міжпредметних зав'язків значною мірою залежить від професійної, практичної та інтелектуальної підготовки викладача, завдання якого, вчити майбутнього спеціаліста у певній галузі, головним чином розмовляти англійською мовою про свій фах та фахові аспекти, використовуючи різні засоби. Викладачу необхідно постійно вдосконалювати свої мовні знання технічної англійської мови, завдяки вивченню періодики фаху, оригінальної технічної літератури відповідної галузі, відвідувати міжнародні конференції, семінари [3].

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати: професійні терміни і поняття; стійкі словосполучення, які зустрічаються в технічних текстах; поняття адекватності перекладу; особливості іноземної технічної мови. Уміти перекладати оригінальні тексти зі спеціальності; правильно застосовувати лексику тем у реальних ситуаціях на виробництві; читати і аналізувати технічні характеристики обладнання; вести бесіди на професійну тематику.

Таким чином, реалізація міжпредметних зав'язків допомагає розширити знання студентів з фахової англійської мови, поглиблює знання з предметів спеціального циклу; допомагає у написанні рефератів; курсових та дипломних робіт; оскільки вони можуть використовувати не тільки видання українських авторів, але й літературу іноземною мовою; розширює політехнічний кругозір студентів; росте зацікавленість до предметів, що вивчаються.

Перелік посилань

1. Маковська, Г.Я., & Пархоменко, О.Т. (2016). Міжпредметні зв'язки як дидактична проблема при викладанні іноземних мов за професійним спрямуванням. *Наукові записки РДГУ*, 14(57), 99-101.

2. Шевченко, О.П. (2012). Міжпредметні зв'язки як основа змісту навчання іноземної мови за професійним спрямуванням студентів технічних ВНЗ. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка Ч-1*, 15(250), 180-186.

3. Самарчук, Н.М. (2009). Теоретичні аспекти міжпредметності. *Викладання мов у вищих навчальних закладах освіти на сучасному етапі. Міжпредметні зв'язки. Наукові дослідження. Досвід. Пошуки*, (14), 178-186.

УДК 622.279.5

Головатий А.І. студент гр. ВНГ-14-1

Науковий керівник: Гутак О.І., к.т.н., доцент кафедри розробки та експлуатації нафтових і газових родовищ

(Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛИБИНИ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИВИБІЙНОЇ ЗОНИ ПЛАСТА КОЛОЇДНО-ДИСПЕРСНИМИ СИСТЕМАМИ

Проблема кольматації нафтових і газових свердловин залишається актуальною увесь час. Кольматація – процес природного проникнення або штучного внесення дрібних (головним чином колоїдних, глинистих) частинок і мікроорганізмів в пори і тріщини гірських порід, а також осадження в них хімічних речовин, що сприяє зменшенню їх водо- або газопроникності. Носієм кольматуючого матеріалу (кольматанта) можуть служити рідини і гази. Розрізняють кольматацію механічну, хімічну, термічну і біологічну.

Під час розкриття продуктивного пласта бурінням відбувається проникнення глинистих частинок з бурового розчину в фільтраційні канали породи. Як правило, продуктивні пласти розкриваються при тисках, що значно перевищують пластовий. Для запобігання нафтогазопроявів при бурінні доводиться створювати гіростатичний тиск стовпа рідини (бурового розчину), що значно перевищує пластовий тиск. Величина гіростатичної репресії залежить від густини бурового розчину, висоти стовпа рідини і пластового тиску.

У певних умовах при контакті води з нафтою і нафти з водою може відбуватися коагуляція і осідання твердих частинок в привибійній зоні і поступова закупорка порового простору. Обважені речовини можуть відкладатися у вигляді плівки на внутрішній поверхні порового простору. Таке явище спостерігається як під час розкриття нафтового пласта, так і в процесі освоєння свердловини із застосуванням води або глинистого розчину. Внаслідок цього утворюється кірка, на стінках стовбура свердловини.

У процесах капітального і підземного ремонтів свердловин в якості рідин глушіння найчастіше застосовуються вода або глинистий розчин. Якщо нафтовий колектор має низьку проникність, а також характеризується вмістом глинистих фракцій, то фізичний контакт рідини глушіння з породою пласта призводить до утворення в привибійній зоні дрібних піщинок і мулу. При певних умовах вони закупорюють частину порового простору породи.

Грунтуючись на теоретичних і лабораторних дослідженнях та промислових даних було виявлено, що засмічення фільтраційних каналів породи твердими частинками глинистого розчину, частками вибуреної породи, піском, мулом і т.д., в процесі вищеперелічених технологічних операцій знижують відносну проникність для нафти в 5 – 6 раз.

Для продуктивних горизонтів, представлених дрібнозернистими пісками, глибину проникнення глинистого розчину в пласт рекомендують визначати за формулою К.А. Царевича:

$$l = k \frac{d\Delta p}{m\theta}$$

де k – коефіцієнт, що враховує опір руху розчину в порах пласта;

m – поправка на кривизну обтікаючих струменів;

d – діаметр зерен, м;

Δp – депресія тиску, Па;

θ – коефіцієнт статичної напруги зсуву, Н/м².

Для крупнозернистих пісків та високопроникних порід глибину проникнення розчину визначають за такою формулою:

$$l = \sqrt{\frac{2kR_0d\Delta p}{\theta}} + R_0^2,$$

де R_0 – радіус свердловини, м.

Для прикладу розглянемо таку задачу. Дослідити глибину проникнення бурового розчину в дрібно- і крупнозернисту породу залежно від репресії тиску на пласт для таких даних: радіус свердловини – 0,1 м; діаметр зерен для дрібнозернистої породи – 0,1 і 0,5 мм для крупнозернистої породи; коефіцієнт статичної напруги зсуву – 25 МПа; коефіцієнт, що враховує опір руху розчину в порах пласта – 0,009; коефіцієнт, що враховує поправку на кривизну обтікаючих струменів – 1,2. Репресія тиску прийнята в межах 0,1 – 5 МПа.

На основі аналітичних розрахунків та наведених вихідних даних отримано залежності глибини проникнення бурового розчину від репресії тиску в дрібнозернистій та крупнозернистій породах, що наведені на Рис. 1.

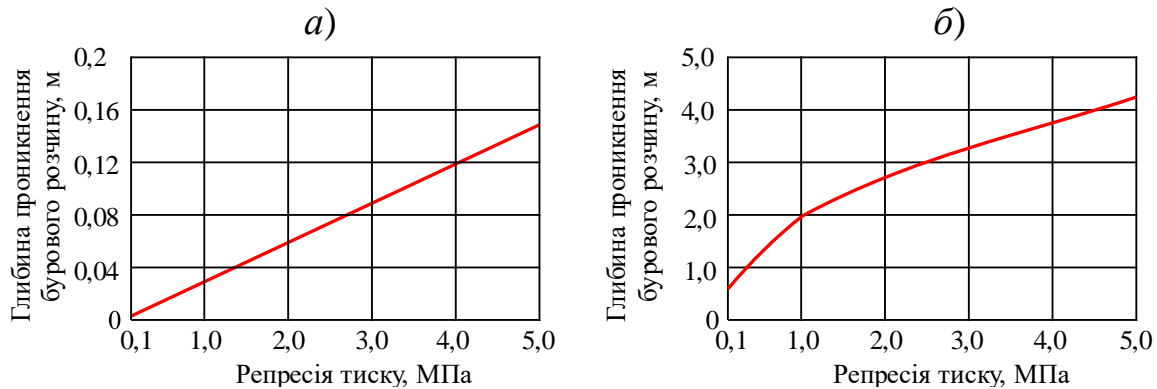


Рисунок 1 – Залежності глибини проникнення бурового розчину від репресії тиску в дрібнозернистій (а) та крупнозернистій (б) породах

Як видно з отриманих значень, глибина проникнення бурового розчину залежить від репресії тиску і більша у крупнозернистих породах, приблизно у 25 разів. Отже, можна зробити висновок, що крупнозернисті породи забруднюються значно сильніше і глибше, а значить частіше треба проводити СКО і інші профілактичні роботи.

Перелік посилань

1. Сергиенко, И.А. (1984). *Бурение и оборудование геотехноогических скважин*. Москва: Недра.
2. Бойко, В.С. (2011). *Технологія видобування нафти*. Івано-Франківськ: Нова Зоря.
3. Hasana, A.R., Kabirb, C.S. & Sayarpourc, M. (2010). Simplified two-phase flow modeling in wellbores. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 72(1-2), 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2010.02.007>
4. Бойко, В.С. (2011). *Проектування експлуатації нафтових свердловин*. Івано-Франківськ: Нова Зоря.

УДК 622.014.3

Судоплатов В.А. студент гр. ГРг-14-5

Научный руководитель: Яворский А.В., к.т.н., доцент, доцент кафедры подземной разработки месторождений

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

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКРЫТЫХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ УКРАИНЫ

Природные ресурсы нашей планеты не безграничны и рано или поздно наступит момент, когда человечество столкнется с нехваткой полезных ископаемых. Вопрос о продлении жизни горнодобывающим предприятиям является как никогда актуальным.

На территории Украины работало около 150 шахт. После событий 2014 года, 90 шахт стали неподконтрольными правительству, а из оставшихся нормально функционирует – 35 шахт. Вопрос, что делать с нерентабельными шахтами или с шахтами, которые исчерпали свои запасы, является очень важным, так как от них зависит огромное количество людей, которые живут в шахтерских городах и поселках [1].

Одним из вариантов продления жизни шахты, является использование отходов добычи и обогащения угля. Проблема использования отходов очень актуальна для всех угольных шахт Украины, где накоплено тысячи терриконов общим объемом более 1 млрд м³.

В Донецкой области работы в этом направлении начались довольно давно. В рамках программы улучшения экологического состояния горнодобывающих регионов Украины ООО «Антрацит» в 2004 году ввело в эксплуатацию обогатительную установку «Снежнянская №1» (г. Снежное, Донецкой область). К ноябрю 2008-го эта установка переработала 3 млн. т горной массы - три породных отвала. Из них добыли 115 тыс. т угольного концентрата марки "А". Породой из переработанных терриконов заполнили карьер, а территориальная громада получила 18 га новой земли для строительства.

В породных отвалах сосредоточено большое количество редких металлов. По данным ГП «Укргеология», примерное содержание редкоземельных элементов в тонне породы следующее: германий – 55 г, скандий – 20 г, галлий – 100 г. Это при том, что данные элементы целесообразно извлекать, начиная с 10 г на тонну. Общее же количество редкоземельных элементов в отвалах – около 230 – 260 г на тонну.

Ежегодно в терриконы и отвалы поступает около 50 – 60 млн м³ горных пород. На угольных шахтах практически отсутствуют мероприятия по использованию отходов угледобычи – в основном, вся выдаваемая шахтами порода складывается в отвал. Между тем эти породы, особенно глинистые сланцы, являются так называемым видом техногенным минеральным сырьем, которое может быть экономически и экологически эффективно использовано для изготовления строительного кирпича, керамических изделий, стенового материала, бетонных заполнителей и других целей. Старые и полностью перегоревшие шахтные терриконы часто содержат горелые породы высокого качества, которые образовались в результате естественного обжига под влиянием высоких температур (до 1000°С). Органические примеси при этом частично выгорают. Особенностью горелых пород является их высокая микропористость и, как следствие, появления микрощелей при самообжиге. Кроме того, они обладают достаточно высокой адсорбционной активностью. Благодаря этим свойствам они являются хорошими наполнителями для различных мастик. Физико-механические свойства горелых пород позволяют использовать их в строительстве, для устройства тротуаров, автодорог, при устройстве нижнего слоя двухслойных оснований под асфальтобетонные покрытия. Кроме применения в дорожном строительстве, горелые породы используются в качестве заполнителей в обычных бетонах, которые после автоклавной обработки приобретают прочность до 30 МПа. Автоклавная обработка бетонов с заполнителями из горных пород дает возможность изготавливать из них крупные блоки, панели [2].

Исходя из вышеизложенного можно с уверенностью заключить, что шахтные терриконы могут быть не местом складирования горной породы, а таким себе «месторождением» строительного сырья. При этом сама угольная шахта изменит свой тип из угледобывающего предприятия в предприятие, занимающееся производством строительных материалов. Все процессы по производству стройматериалов могут протекать в мастерских и ангарах надшахтного комплекса, естественно после их переоборудования и переукомплектации под новые задачи необходимыми механизмам.

Вторым вариантом использования шахты является добыча метана, выделяющегося в горные выработки из оставленных целиков и маломощных пластов, которые экономически не выгодно разрабатывать. Украина обладает огромными, фактически не разрабатываемыми ресурсами метана угольных месторождений. По его запасам наша страна занимает четвертое место в мире. В основных угольных бассейнах - Донцом и Львовско-Волинском, по оценкам специалистов, угольные пласты и вмещающие породы содержат 12 – 17 трлн м³ метана [3].

Наиболее перспективными объектами для промышленной разработки ресурсов шахтного метана в Украине являются 29 шахт Донецкого бассейна, где удельное содержание метана в нем более 20 м³ на тонну [4].

Еще одним решением может быть размещение оборудования по производству биотоплива (топливных брикетов) в больших помещениях надшахтного комплекса. Наличие на шахтах железнодорожных и автомобильных подъездных путей, помещений промышленного и бытового назначения, энергетического комплекса позволит значительно сократить расходы и сроки ввода в работу таких производств. Помимо этого, создание предприятия обеспечит работой жителей заброшенных шахтных поселков. При этом большинство шахт Украины расположены в окружении полей и пустырей на которых можно выращивать сырье для производства биотоплива. Также ресурсом может являться отходы сельского хозяйства: солома, стебли подсолнуха, кукурузы и других растительных культур, зерновая шелуха, что в свою очередь тоже выращивается на окружающих полях [5].

Выводы. Инвестиции во «вторую жизнь» угледобывающих предприятий позволят решить ряд не только экономических, экологических, энергетических проблем, но и разрешить социальные проблемы шахтерских городов и поселков. В свете интеграции Украины в европейскую экономику, следует поднимать этот вопрос на государственном уровне. Ведь кроме отечественного бизнеса многие зарубежные компании с мировым именем готовы инвестировать деньги в подобные проекты от которых будут в выигрыше все стороны.

Перечень ссылок

1. <http://fb.ru/article/171003/ugol-ukrainyi-dobyicha-uglya-v-ukraine-tonna-uglya-tsena>
2. http://www.torezavtomatika.narod.ru/index2_files/252.html
3. http://esco.co.ua/journal/2006_1/art26.htm
4. <https://bin.ua/news/economics/faec/108140-razrabotka-shaxtnogo-metana-i-goryuchix-slancev.html>
5. <http://teplo.guru/kotly/toplivnyie-briketyi.html>

УДК 66.099

Іванія А.В., аспірант

Науковий керівник: Артюхов А.Є., к.т.н., доцент, доцент кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

(Сумський державний університет, м. Суми, Україна)

ОТРИМАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ГРАНУЛ З ПОРИСТОЮ СТРУКТУРОЮ НА ОСНОВІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ У ВИХРОВИХ ГРАНУЛЯТОРАХ: ОСНОВИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ

Технологія видобутку багатьох корисних копалин тісно пов'язана з використанням промислових вибухових речовин. Однією з найпоширеніших таких речовин є АСДП (аміачна селітра/дизельне паливо), до складу якої входить гранульована аміачна селітра та невелика кількість дизельного палива [1].

Оцінка якості гранульованої пористої аміачної селітри (ПАС), яка виробляється для потреб гірничодобувної промисловості, проводиться за такими показниками [2]:

1. Вбираюча здатність – кількість дистилляту дизельного палива (у % від загальної маси гранули), що вбирається ПАС при зволоженні її дистиллятом дизельного палива.

2. Утримуюча здатність – кількість дистилляту дизельного палива (у % від загальної маси гранули), що залишається в гранулі після її транспортування та стікання надлишків.

3. Твердість (міцність) гранули ПАС.

Вбираюча здатність визначається загальним об'ємом пор (не береться до уваги їх форма і природа, визначальним фактором є їх розмір), а також розвиненою нанопористою поверхневою структурою, яка переважно складається з прямолінійних макропор (розмір більше 50 нм). Нормативний показник утримуючої здатності забезпечується внутрішньою «модифікаційною» нанопористою структурою [3]. Ця структура включає в себе переважно криволінійні мезопори (розмір 2 – 50 нм) форми. Міцність гранули визначається ступенем руйнування (або цілісності) ядра. Низька міцність гранули негативно позначається на екологічних показниках виробництва (велика кількість пилу), а також призводить до злежуваності гранул. Таким чином, розвинена нанопориста структура повинна бути забезпечена на поверхні гранули і в її приповерхневих шарах.

Однак, досягти одночасного створення прямолінійних макропор на поверхні гранули та криволінійних мезопор в її приповерхневих шарах в процесі одностадійного зволоження та наступної термообробки достатньо проблематично зважаючи на те, що в такому разі можливе застосування лише одного типу зволожувача.

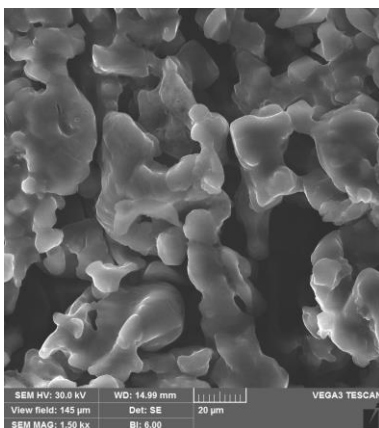


Рисунок 1 – Мікроскопія гранули

Результати досліджень, наведені в попередні роботах [4, 5] показують, що природа та конфігурація пор залежить від типу зволожувача, а також гідро- та термодинамічних умов здійснення процесу зневоднення.

В даній роботі пропонується створення технології одержання багатошарових гранул ПАС на основі рядової аміачної селітри шляхом багатократного зволоження різними типами зволожувачів з подальшим зневодненням в багатоступеневих (або багатосекційних) вихрових грануляторах з псевдозрідженим шаром гранул.

Тип зволожувача

Досліджено вплив різних зволожувачів на якісний та кількісний склад пор на поверхні модифікованих гранул аміачної селітри (Рис. 1). В якості досліджуваних зволожувачів були такі речовини як вода, водні розчини аміачної селітри, карбаміду та суміші аміачної селітри з карбамідом.

Гідродинамічні умови зневоднення

Гідродинамічний режим роботи вихрового гранулятора має значний вплив на якість та швидкість протікання процесів зволоження та зневоднення аміачної селітри. Досліджені різні гідродинамічні режими для зазначених процесів (Рис. 2).

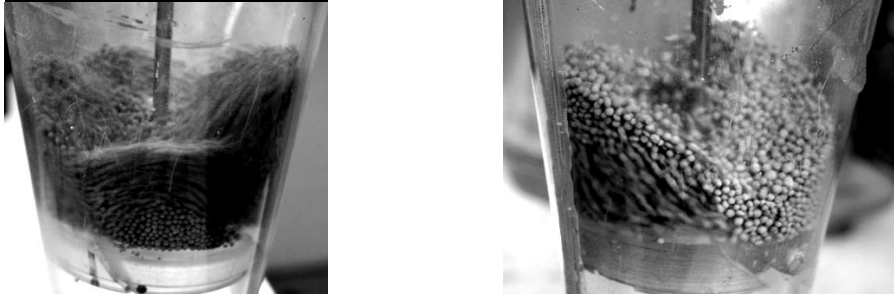


Рисунок 2 – Деякі гідродинамічні режими роботи вихрових грануляторів:
 а – режим повного псевдозрідженого шару з частковим вихровим рухом;
 б – режим повного вихрового зваженого шару

Термодинамічні умови зневоднення

Гідродинамічні умови процесів одержання модифікованої аміачної селітри впливають на інтенсивність зневоднення гранул аміачної селітри та відповідно на якісний і кількісний склад пор та твердість (міцність) гранул. Використання оптимальних температур ведення процесів та відсутність локальних екстремальних температур (Рис. 3) сприяють отриманню якісного кінцевого продукту.

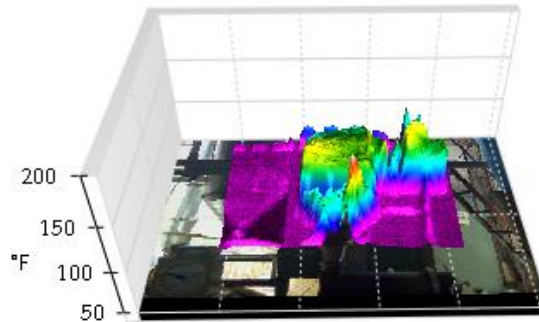


Рисунок 3 – Термограма робочого простору вихрового гранулятора

Перелік посилань

1. Erode, G.M. (2013). *Ammonium Nitrate Explosives for Civil Applications: Slurries, Emulsions and Ammonium Nitrate Fuel Oils*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag & Co.
2. Artyukhov, A.E., & Sklabinskyi, V.I. (2013). Experimental and industrial implementation of porous ammonium nitrate producing process in vortex granulators. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (6), 42-48.
3. Artyukhov, A.E., & Sklabinskyi, V.I. (2016). Thermodynamic conditions for obtaining 3D nanostructured porous surface layer on the granules of ammonium nitrate. *Journal of Nano- and Electronic Physics*, 8(4(2)), 04083-1-04083-5.
[https://doi.org/10.21272/jnep.8\(4\(2\)\).04083](https://doi.org/10.21272/jnep.8(4(2)).04083)
4. Artyukhov, A.E., & Voznyi, A.A. (2016). Thermodynamics of the vortex granulator's workspace: the impact on the structure of porous ammonium nitrate. *6th International Conference Nanomaterials: Application & Properties (NAP-2016)*, 5(2), 02NEA01.
<https://doi.org/10.1109/nap.2016.7757296>
5. Artyukhov, A.E., & Sklabinskyi, V.I. (2016). 3D nanostructured porous layer of ammonium nitrate: influence of the moisturizing method on the layer's structure. *Journal of Nano- and Electronic Physics*, 8(4(2)), 04051-1-04051-5.
[https://doi.org/10.21272/jnep.8\(4\(1\)\).04051](https://doi.org/10.21272/jnep.8(4(1)).04051)

УДК 622.272.8: 658.011.4

Бусаргін М.О. студент гр. 184м-17-4 ГФ

Наукові керівники: **Мамайкін О.Р.,** к.т.н., доцент кафедри підземної розробки
Демченко Ю.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри підземної розробки
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ШАХТ

Для оцінки конкретних груп або видів природних ресурсів як джерел задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства використовувані загальні методи економічної оцінки в залежності від групи або виду природних ресурсів розрізняються методичними особливостями, які обумовлені напрямками використання, місцерозташуванням, природними умовами розміщення, технологією експлуатації, умовами і технологією відтворення та ін.

Економічна оцінка природних ресурсів, як правило, здійснюється з використанням комп'ютерних моделей. З цією метою проводиться розробка алгоритму оцінки, загальною блок-схеми і функціональних блоків оцінки, перевірка моделі на працездатність, розробка програмного користувацького сервісу.

Кожна держава прагне зберегти економічну і, зокрема, енергетичну безпеку. Саме, виходячи з цього, і Україна в числі багатьох індикаторів національної економічної безпеки важливе місце відводить ступеню забезпеченості країни основними природними ресурсами і, зокрема, енергоносіями. З погляду енергетичної безпеки України вугілля є достатньо надійним паливом [1].

В умовах якісно нової ситуації розвитку паливно-енергетичного комплексу України і втрати шахтного фонду вельми актуальними лишаються дослідження теоретичних і методичних підходів до управління внутрішніми економічними резервами вугледобувних підприємств. Збалансування потужності збиткових вугледобувних підприємств, перевід їх до беззбиткового режиму роботи повинні бути розглянуті з позиції підвищення життєвого рівня населення, яке проживає у проблемних з точки зору робочих місць та екології регіонах Донбасу.

Насамперед збиткові вугільні шахти України сьогодні потребують підвищеної уваги в контексті свого стратегічного значення для забезпечення енергетичної безпеки країни. Для підвищення однозначності віднесення конкретної шахти до певної групи, необхідні додаткові кількісні методи аналізу сааме економічних внутрішніх резервів, оскільки багаторічне покриття державою витрат від перевищення собівартості над ціною звело процеси пошуку резервів нанівець.

Вуглепромисловий регіон представляється у вигляді пунктів – джерел сировинних продуктів – діючі шахти, пункти диверсифікованого виробництва, а також пункти – споживачі відповідної продукції. На підставі результатів розроблених математичних моделей сформульовано загальну схему економічного механізму функціонування підприємства вугільної галузі, однією з складових якого є підсистема управління резервами. Тобто, з метою зниження ступеню збитковості державних вугільних шахт та адресної бюджетної підтримки їх потужності запропонована система моделей визначення економічних внутрішніх резервів з урахуванням можливостей диверсифікації виробництва [2].

Щодо інвестиційної складової використання економічних резервів треба відмітити наступне. Прийнятним аналітичним методом вирішення задач в такій інтерпретації є оптимізаційне динамічне програмування з обмеженнями за типом лінійних моделей. Остання особливість цікава в плані подальшої оптимізації ресурсного забезпечення збиткових шахт.

Дуже важливим аспектом проблеми є диверсифікація виробництва. Більш як 100 річний термін підземного видобування вугілля у Донбасі наклав дуже негативний

відбиток на екологічну ситуацію у басейні. На території Донбасу налічується більше 1,5 тис. териконів, в кожному з них у середньому 1144 м³ породи. Можливості диверсифікації дуже перспективні з точки зору корисності для довкілля та для створення нових робочих місць, де буде продовжуватися закриття неперспективних шахт.

Найбільш дієвим стане поліпшення стану будь-якого регіону при введенні в експлуатацію нових потужностей як наслідок використання економічних резервів та адресного інвестування вигідних проектів [3].

Таким чином, на базі проведених наукових досліджень вирішено актуальну наукову задачу, що полягає в узагальненні і розвитку науково-методичних основ, розробці інструментарію і практичних рекомендацій щодо удосконалення системи управління внутрішніми економічними резервами вугледобувних та диверсифікованих підприємств. Вирішення цих задач має суттєве значення для ефективного управління підприємствами, практики підвищення ефективності використання економічних ресурсів вугільних шахт.

Перелік посилань

1. Salli, S., & Mamaykin, O. (2012). Ecological aspects of the quantitative assessment of productive streams of coal mines. *Geomechanical Processes During Underground Mining*, 115-118.

<https://doi.org/10.1201/b13157-20>

2. Salli, S., Mamaykin, O., & Smolanov, S. (2013). Inner potential of technological networks of coal mines. *Mining of Mineral Deposits*, 243-246.

<https://doi.org/10.1201/b16354-46>

3. Mamaykin, O. (2015). On the problem of operation schedule reliability improvement in mines. *New Developments in Mining Engineering*, 505-508.

<https://doi.org/10.1201/b19901-86>

УДК 622.272.6

Горобець В.С. студент гр. АП-01-12М

(Державний ВНЗ «Національна металургійна академія України», м. Дніпро, Україна)

Науковий керівник: Дичковський Р.О., д.т.н., професор, професор кафедри підземної розробки родовищ

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

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОВІТРЮВАННЯ ШАХТ ТА ПІДЗЕМНИХ РОДОВИЩ

Розвиток гірничої промисловості відбувається в умовах рішення завдань при зростаючому попиті на енергетичну та мінеральну сировину. Ця галузь традиційно є трудомісткою, де тенденції розвитку спрямовані на значне підвищення рівня автоматизації усіх технологічних процесів.

На сьогодні галузь перетинається з такою особливістю, що виробничі потужності можуть розташовуватися у віддалених районах і у важких кліматичних умовах. Відповідно забезпечення кадровим складом є досить складним і утримати висококваліфіковані фахівці для роботи у шахтах. Іншою проблемою є зниження корисних компонентів з вичерпанням балансових запасів корисних копалин. Відповідно видобування проводиться усе на більших глибинах чи у більш складних гірничо-геологічних умовах. Усе це призводить до збільшення витрат, пов'язаних із забезпечення ефективної роботи гірничодобувних підприємств та необхідності необхідно підвищувати рентабельність всього виробництва для збереження прибутковості кінцевої продукції. Проте, головним пріоритетом залишається забезпечення безпеки робітників у обмежених геометричних розмірах підземних виробок. Незважаючи на усі внесені технологічні удосконалення, гірниче виробництво залишається одним із найбільш небезпечним та з максимальною кількістю нещасних випадків [1].

Збільшення виробничої потужності, глибини шахт і родовищ, концентрація та інтенсифікація гірських робіт супроводжується значним зростанням кількості шкідливих компонентів рудникової атмосфери, пилу і тепла. Тому комфортні і безпечні умови праці, при специфічних особливостях підземної технології, повинні забезпечуватися нормально функціонуючою системою провітрювання підземних середовищ [1, 2].

В деяких родовищах, на частку вентиляції доводиться майже 50% загальної витрати електроенергії. Система автоматизації безперервно регулює ступінь подачі свіжого повітря за фактичними потребами в певній ділянці родовища. Мінімізація споживання енергії, при збереженні якості повітря, призводить до більшої економії.

Комплекс провітрювання сучасного підземного гірничого підприємства включає вентиляційну мережу гірничих виробок, вентилятори головного і місцевого провітрювання, підземні повітророзподільні регулюючі пристрої, вентиляційні двері, пристрої контролю параметрів (швидкості руху повітря, температури, вологості) і компонентів (корисних і шкідливих домішок) рудничної атмосфери, калориферні установки. У комплекс провітрювання шахт можуть входити дегазаційні установки, які використовуються для відсмоктування метану із масиву гірських порід.

Процес ефективного провітрювання передбачає подачу в усі наявні діючі підземні виробки (розкривні, підготовчі та очисні) свіжого повітря; забезпечення допустимої концентрації і видалення шкідливих домішок метану, вуглекислого газу, отруйних газів після вибухових робіт; підтримання нормального теплового режиму і боротьба з пило- та вологоутворенням у техногенних порожнинах під землею; забезпечення умов для швидкої ліквідації аварій і їх наслідків.

Системи автоматизації повинні чітко функціонувати як при нормальному режимі роботи шахти, так і у випадках аварійних ситуацій.

Рішення завдання комплексної автоматизації провітрювання можливо на базі розробки централізованої системи (Рис. 1) [3].

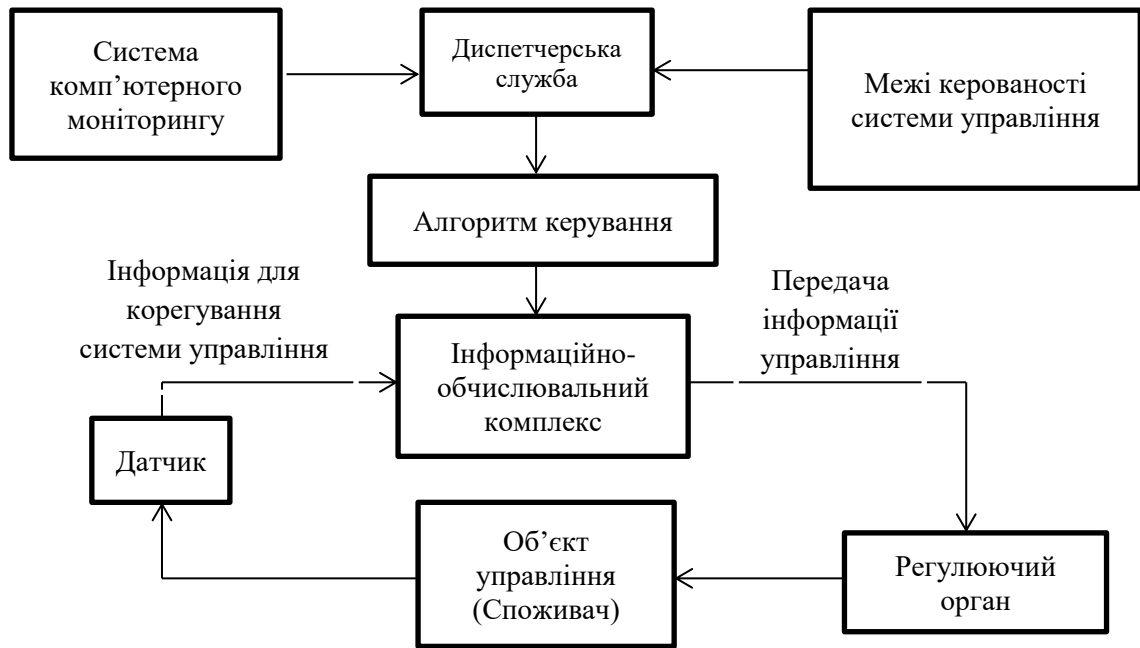


Рисунок 1 – Централізована система автоматизації провітрювання

Система автоматизації провітрювання отримує всі необхідні параметри за допомогою датчиків, первинна інформація про параметри вентиляційної системи передається на центральний диспетчерський пункт. Отримана інформація обробляється за певною програмою за допомогою інформаційно-обчислювального комплексу (ІОК). В випадку різниці поточного значення параметру з заданим, ІОК формує керуючий вплив на регулюючі органи (РО) автоматично або оператором. За допомогою регулюючих органів змінюються продуктивність і депресія вентиляторів, опор віток вентиляційних мереж внаслідок зміни прохідних перетинів підземних повітророзподільних пристроїв [3].

Реалізація системи автоматизації провітрювання дозволяє здійснювати якісне управління кліматичними умовами шахт та родовищ без безпосередньої участі людини, або залишення за людиною права прийняття найбільш відповідальних рішень. Також, це знижує витрати електроенергії, що призводить до підвищення рентабельності самого виробництва.

Перелік посилань

1. Дичковський, Р.О. (2010). *Високомеханізоване виймання тонких вугільних пластів в зонах структурних змін гірського масиву Львівсько-Волинського басейну*. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет.
2. Дичковський, Р.О., & Тимошенко, Є.В. (2009). До питання визначення навантажень на кріплення механізованого комплексу при високих швидкостях посування очисного вибою. *Геотехнічна механіка*, (81), 67-74.
3. Шишмарев, В.Ю. (2017). *Автоматизация производственных процессов в машиностроении*. Москва: Феникс.

УДК 622.279.5

Ільків Р.І. студент гр. ВНГ-14-1

Науковий керівник: Драган І.М., асистент кафедри розробки та експлуатації нафтових і газових родовищ

(Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна)

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОБОТИ ВЕРТИКАЛЬНОЇ І ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ СВЕРДЛОВИН В УМОВАХ КОЛЕКТОРІВ З МАЛОЮ ЕФЕКТИВНОЮ ТОВЩИНОЮ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА

Буріння горизонтальних свердловин в умовах родовищ України розглядається як найперспективніший напрямок збільшення видобутку вуглеводнів, суттєвого підвищення ефективності розробки родовищ і збільшення ресурсної бази нафтової промисловості.

Горизонтальні свердловини являють собою високо-вуглецеві свердловини (з нахилом загалом більше 85°), пробурені для підвищення продуктивності пласта, розміщуючи довгу стовбурову ділянку всередині покладу (Рис. 1) [1].

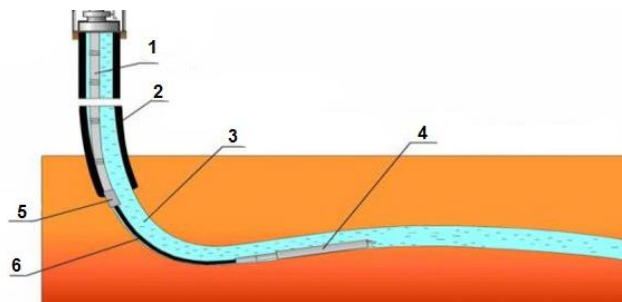


Рисунок 1 – Графічне зображення горизонтальної свердловини:

1 – НКТ; 2 – обсадна колона; 3 – відкритий ствол; 4 – свердловинний прибор; 5 – воронка НКТ; 6 – гнучка труба

Розробка об'єктів за допомогою свердловин з горизонтальними стовбурами має явні переваги порівняно із свердловинами з вертикальним розташуванням стовбура в покладі, а саме:

- площа дронування покладу експлуатаційною горизонтальною свердловиною (ГС) багаторазово перевищує площу дронування вертикальної свердловини;
- активне дронування покладу забезпечується меншою кількістю свердловин, що зумовлює економічну вигоду;
- потенціальний дебіт ГС від 3 – 5 до 10 – 20 разів перевищує дебіт свердловин з вертикальним вибоєм в межах продуктивного пласта;
- знижується темп утворення водяних конусів під вибоями свердловин при підтриманні низьких депресій;
- скорочується термін розробки покладу у зв'язку із забезпеченням високих темпів розробки (в 3 – 5 разів вище, ніж системою вертикальних свердловин), що також дає можливість скоротити витрати на розробку родовища;
- підвищується коефіцієнт нафтовилучення за рахунок охоплення дронуванням значно більшої площі покладу;
- збереження довкілля завдяки відведенню у меншій кількості земельних угідь на будівництво свердловин і облаштування родовищ [2, 3].

Проведемо порівняльний аналіз дебітів нафти (Q) для горизонтальної та вертикальної свердловин за однакових умов при малій ефективній товщині пласта ($h = 5$ м), якщо перепад тиску ($\Delta P = 6$ МПа). Коефіцієнт проникності у вертикальному напрямі ($k_v = 8 \cdot 10^{-14}$ м²), коефіцієнт проникності у горизонтальному напрямі ($k_h = 5 \cdot 10^{-13}$ м²). Коефіцієнт анізотропії пласта за проникністю ($\lambda = 2,5$). В'язкість нафти

для обох випадків однакова ($\mu = 3 \text{ мПа}\cdot\text{с}$). Довжина горизонтальної частини свердловини становить 100 м, радіус контуру живлення (R_k) рівний 350 м, а радіус свердловини $r_c = 0,1 \text{ м}$.

Дебіт вертикальної свердловини визначається за такою формулою:

$$Q_v = \frac{2\pi k_v h}{\mu} \cdot \frac{\Delta P}{\ln \frac{R_k}{r_c}}$$

Підставивши відповідні значення дебіт вертикальної свердловини становитиме $Q_v = 6,16 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$.

Формула дебіту горизонтальної свердловини визначається за такою формулою:

$$Q_z = \frac{2\pi k_z h \Delta P}{\mu \left[\ln \frac{4R_k}{L+h} + \frac{h\lambda}{L} \cdot \ln \frac{2h\lambda}{r_c(1+\lambda)^2} \right]}$$

Підставивши відповідні значення дебіт горизонтальної свердловини становитиме $Q_z = 0,011 \text{ м}^3/\text{с}$.

Висновок: як видно з отриманих значень дебіт горизонтальної свердловини більше за дебіт вертикальної свердловини в 17 разів. Отже, можна зробити висновок про високу ефективність розробки родовищ з малою ефективною товщиною пласта горизонтальними свердловинами за рахунок збільшення площі дренування.

Перелік посилань

1. Сергиенко, И.А. (1984). *Бурение и оборудование геотехноогических скважин*. Москва: Недра.
2. Бойко, В.С. (2011). *Технологія видобування нафти: підручник*. Івано-Франківськ: Нова Зоря.
3. Hasana, A.R., Kabirb, C.S., Sayarpour, M. (2010). Simplified two-phase flow modeling in wellbores. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 72(1-2), 42-49.
<https://doi.org/10.1016/j.petrol.2010.02.007>

УДК 622.278.273.2

Короткова А.О. студентка гр. 184М-16-3**Науковий керівник: Фальштинський В.С.,** к.т.н., доцент, доцент кафедри підземної розробки родовищ*(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)*

АКТУАЛЬНІСТЬ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ТОНКИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

Вугілля на сьогодні є тим видом палива, яке використовується всіма провідними країнами світу для стабільного розвитку та надійності енергетичної галузі. Створення з підземних покладів паливних родовищ є «запасним енергетичним аеродромом». Необхідно відмітити, що вугілля розташоване у пластах до 1,5 м, складає 94% усіх запасів вугілля в Україні. Середньодинамічна потужність – 1,05 м. У міру вичерпання запасів цей показник буде знижуватися. Причому, глибина розробки збільшується й в окремих випадках досягає 1380 м [1]. Зниження потужності виймальних пластів вимагає якісної зміни технологій видобування вугілля.

Україна залежна від імпортного палива, одним із способів заміщення його є реалізація проектів з підземної газифікації вугілля тонких вугільних пластів [2]. Баланс запасів вугільних пластів за критеріями придатності до підземної газифікації (ПГВ) складає 40,1 млрд т від загальних запасів вугільних родовищ України [3].

Основні переваги газифікації: невеликий обсяг підземних робіт; відсутність необхідності додаткової підготовки палива у споживача; збереження родючого шару ґрунту в межах гірничого відводу (відсутність породних відвалів та ін.); чистота повітряного басейну; нижча (за інших рівних умов) у порівнянні з традиційними способами видобутку вартість палива.

За кордоном газифікація активно використовується вже близько 100 років [4-6]. Базова технологія була розроблена на початку ХХ століття в Німеччині, де потім були побудовані електростанції на газифікованому вугіллі. У США перші експерименти із підземної газифікації вугілля були проведені у 1947 р. під керівництвом Національного гірничого бюро на вугільному родовищі поблизу Горгас штат Алабама. З 1984 р. велику увагу розвитку СПГВ надається у Китаї. Метою експериментів є вдосконалення та апробація розроблених технологій СПГВ для подальшого застосування у вугільній промисловості.

Основною задачею експерименту у Бельгії було проведення апробації технології збійного буріння вертикально-горизонтальними свердловинами по вугільному пласту завдовжки 100 м, а також можливість варіації тиском та кисневим дуттям. У Польщі дослідний газогенератор був підготовлений шахтним способом у кам'яновугільному пласті (потужність 1,15 м, кут падіння 5 – 70°).

Експериментальні роботи були проведені у Польщі, Чехословаччині, Бельгії, Великобританії, Франції, США і у низці ряді інших країн. У перерахованих країнах були розроблені детальні програми досліджень або проекти, мета яких полягала у визначенні можливості вилучення запасів вугілля (шляхом їх підземної газифікації), які не піддаються вийманню підземними способами з тих чи інших причин, а також в отриманні газу ПГВ для подальшої переробки в висококалорійний газ – замітник природного газу. Ці проекти включали в себе дослідження від математичного і фізичного моделювання до випробувань в природних умовах. Як правило, всі закордонні роботи з підземної газифікації в природних умовах здійснювалися лише на декількох свердловинах.

На Донбасі (Україна) підземну газифікацію проводили на Лисичанській станції «Підземгаз». В результаті проведених наукових напрацювань, широкомасштабних експериментальних робіт і практичної експлуатації станцій «Підземгаз» в країнах СНД і за кордоном створена технологія підземної газифікації вугілля (ПГВ) на сучасній науковій

основі, що дозволяє ефективно проводити газифікацію кам'яновугільних пластів потужністю 0,4 – 1,2 м в різних гірничо-геологічних умовах на глибинах до 400 – 500 м.

Економічна привабливість проектів газифікації вугілля найбільш висока, особливо щодо низькоякісної сировини з практично нульовою вартістю. Вже через кілька років освоєння подібних технологій здатне знизити внутрішній попит на природний газ на 10% і одночасно підвищити споживання вугілля на 10 млн т [7]. Впровадження технології газифікації в виробничий процес підприємства дає можливість витягти максимальну кількість енергії з сировини, а також скоротити витрати на утилізацію і знизити шкідливий вплив на навколишнє середовище, що є при традиційному вуглевидобутку.

В результаті накопиченого досвіду, із урахуванням критичного аналізу досягнень і недоліків при експлуатації промислових станцій «Підземгаз» у СРСР та СНД, експериментів, проведених на дослідних підземних газогенераторах у США, Англії, Польщі, Бельгії, Чехії, Німеччині, КНР, Австралії, Японії та при дослідженні процесів ПГВ на стендових, лабораторних установках, із використанням математичного моделювання, обґрунтовані й розроблені радикальні технології свердловинної підземної газифікації вугілля (СПГВ), що забезпечують комплексну переробку вугільних пластів із урахуванням зміни і коректування герметичності, керованості, безпеки та якісної продуктивності енергохімічного мобільного комплексу.

Перелік посилань

1. Дичковський, Р.О. (2013). *Наукові засади синтезу технологій видобування вугільних пластів у слабометаморфізованих породах*. Дніпро: Національний гірничий університет.

2. Саїк, П., & Лозинський, В. (2016). Генераторний газ як альтернатива природному газу. В *Матеріалах II міжнародної науково-технічної конференції "Газогідратні технології у гірництві, нафтогазовій справі, геотехніці та енергетиці"* (с. 34-35). Дніпро: Національний гірничий університет.

3. Саїк, П., & Лозинський, В. (2016). Розвиток та впровадження технології підземної газифікації вугілля. В *Матеріалах X міжнародної науково-технічної конференції "Школа підземної розробки"* (с. 17-18). Бердянськ: Національний гірничий університет.

4. Крейнин, Е.В. (2010). *Подземная газификация углей: основы теории и практики, инновации*. Москва: Недра.

5. Фальштинський, В.С. (2009). *Удосконалення технології свердловинної підземної газифікації вугілля*. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет.

6. Лозинський, В.Г., Саїк, П.Б., Паваленко, О.В., & Кошка, Д.О. (2010). Аналіз сучасного стану і перспективи промислового застосування свердловинної підземної газифікації вугілля в Україні. В *Матеріалах IV міжнародної науково-технічної конференції "Школа підземної розробки"* (с. 351-363). Дніпропетровськ: Національний гірничий університет.

7. Falshtynskyy, V. Dychkovskyy, R., Lozynskyy, V., & Saik, P. (2012). New method for justification of the technological parameters of coal gasification in the test setting. *Geomechanical Processes During Underground Mining*, 201-208.

<https://doi.org/10.1201/b13157-35>

УДК 622.031

Янкін Д.В. студент гр. 184с-16ск-3

Науковий керівник: Медяник В.Ю., к.т.н., доцент, доцент кафедри підземної розробки родовищ

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

ІННОВАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОРАДАРІВ НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ ПІДЗЕМНИМ СПОСОБОМ

Подальше відпрацювання розкритих та підготовлених вугільних родовищ потребує нових підходів до прогнозування і планування безпечного ведення гірничих робіт. За останні роки підземна георадіолокація впевнено зайняла гідне місце серед неруйнівних геофізичних методів дослідження і контролю. Георадар штатно застосовується в промисловому і громадянському будівництві, в якості приладу контролю вже побудованих об'єктів, на водних акваторіях, автомобільних і залізничних дорогах, шахтах, в свердловинах – іншими словами, там, де потрібно отримати розріз досліджуваної середовища з високою роздільною здатністю.

Георадарне зондування дає можливість детально дослідити підземну структуру масивів гірських порід або техногенних конструкцій, що істотно зменшує витрати на буріння моніторингових свердловин або контрольо-замірювальних шпурів. При цьому роздільна здатність по просторовим координатам, що отримується в даному методі, істотно перевершує існуючі геофізичні методи досліджень (наприклад, інженерну сейсміку), що дозволяє виявити тонку структуру розрізу масиву її побудови. Глибина дослідження при цьому може сягати декілька сот метрів. Запис даних експертизи здійснюється в файли, що дозволяє в подальшому проводити вивчення та диференціювання матеріалів зі застосуванням сучасного комп'ютерного обладнання, як це визначено в роботах [1 – 8].

За допомогою георадара можна продуктивно досліджувати абиякі неметалеві середовища – покрівлю, ґрунт, повітряні та водяні порожнини, де може скопичуватися метан CH_4 , або інші гази, будівельні конструкції – армовані та не армовані, конструктивні шари дорожнього покриття і багато іншого. В результаті виходить високо достовірний, безперервний розріз зондуючого середовища.

У шахтах за допомогою георадара виявляють геологічні об'єкти, які можуть стати зонами раптового обвалення породи: тріщини, розломи і зрушення. Приклад оцінки стану тріщинуватості масиву гірських порід у шахті за георадарними даними приведено на Рис. 1.

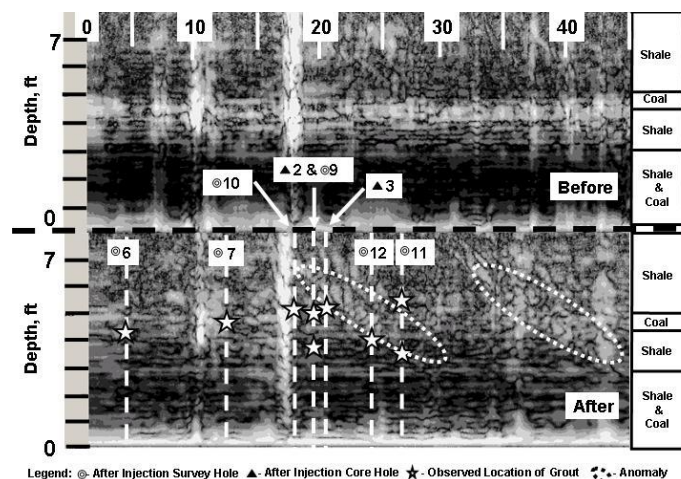


Рисунок 1 – Оцінка стану тріщинуватості масиву гірських порід у шахті за георадарними даними

В гірничій справі георадари необхідно використовувати гірничими інженерами для визначення безпеки гірничих робіт, вимірювання глибини залягання корінних порід, картографування піщано-гравійних покладів, встановлення якості порід, а також пошуку корисних копалин, як це відмічено у роботах [4 – 8].

Георадардіолокацію як самостійний геофізичний метод, так і в комплексі з іншими геофізичними методами, автори пропонують застосовувати для:

- побудови геологічних розрізів, визначення меж пластів;
- прогнозування потенційно викидонебезпечних зон тектонічних порушень;
- моніторингу стану вугільних пластів і вміщуючих їх порід покрівлі та підшви;
- випереджуваче сканування масиву порід в процесі проходки виробок (транспортних, дренажних, вентиляційних виробок, лав, тощо);
- визначення точного положення підземних об'єктів перед бурінням або початком роботи в забої;
- визначення потужності водозахисних ціликів;
- визначення рівня ґрунтових вод, зон надлишкового обводнення;
- визначення виходів корінних порід і т.д.;
- виявлення ділянок розвитку небезпечних геологічних процесів – карстових порожнин, порожнин, суфозії, зсувів, тектонічних порушень і зон тріщинуватості, зон розущільнення, кордонів лінз, пливунів;
- побудови детальних геологічних розрізів між геологорозвідувальними свердловинами;
- контролю товщини бетонних стін шахтних стволів, шурфів, пошук дефектів кріплення.

Перелік посилань

1. Бондаренко, В.И., Руденко, Н.К., & Медяник, В.Ю. (2017). *Угольная шахта*. Днепро: Национальный горный университет.
2. Изюмов, С.В., Дручинин, С.В., & Вознесенский, А.С. (2008). *Теория и методы георадиолокации*. Москва: Горная книга.
3. Harry, M. Jol. (2009). *Ground Penetrating Radar: Theory and Applications*. Elsevier Science.
4. Francke, J. (2012) A review of selected ground penetrating radar applications to mineral resource evaluations. *Journal of Applied Geophysics*, (81), 29-37.
5. Hatherly, P. (2013). Overview on the application of geophysics in coal mining. *International Journal of Coal Geology*, (114), 74-84
6. Медяник, В.Ю., Довніч, М.М., & Янкін, Д.В. (2017). Моніторинг структур масивів гірських порід із застосуванням георадарів нового технічного рівня при підземній розробці газовугільних родовищ. В *Матеріалах міжнародної конференції «Форум гірників – 2017»* (с. 46-50). Дніпро: Національний гірничий університет.
7. *Георадарне сканування (зондування)*. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://poznayka.org/s49507t1.html>
8. *Повітряне лазерне сканування*. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studopedia.su/10_51703_povitryane-lazerne-skanuvannya.html

УДК 622.272

Васильчук С.С. студент гр. 184М-16-3 А

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

Науковий керівник: Дичковський Р.О., д.т.н., професор, професор кафедри підземної розробки родовищ

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

КОРУПЦІЯ В ГІРНИЧОДОБУВНОМУ БІЗНЕСІ В УКРАЇНІ

Однією з причин, що стримує темпи і об'єми видобутку вугілля в Україні є низька ефективність використання гірничо-видобувного обладнання при роботі його в полях різної напруженості. Відсутнє необхідне наукове обґрунтування параметрів управління гірським тиском та недостатньо враховані в технологічних схемах очисних робіт особливості структурної будови зон нестійких вмішуючих порід [1, 2]. Іншим стримуючим фактором є прямо «не пов'язані» із технологічними процесами видобування соціальні, економічні та політичні відносини на регіональному та національному рівнях нашої держави.

Одна із особливостей гірничодобувного бізнесу є надзвичайна залежність від економічного і політичного клімату в країні, а також соціальна стабільність у цих регіонах. Як правило, шахти є практично єдиним місцем працевлаштування населення. Уся промислова діяльність на цих теренах провадиться пов'язано із функціонуванням шахт. Відповідно, для ефективної роботи у цій сфері необхідно вчасно і ефективно реагувати на зміни у законодавстві і враховувати місцеві особливості бізнес клімату. Усе викликає певні відносини у рамках діяльності об'єктів гірничодобувного комплексу.

На сьогодні Україна переживає роки активного розвитку економіки і становлення демократії, що неминуче супроводжується зміною законодавства і боротьбою з корупційними схемами які існували в умовах пострадянського минулого. Для подальшого економічного розвитку України, а також для ефективної взаємодії зі службами державного контролю гірничої галузі необхідне чітке бачення існуючих проблем і розуміння того які умови повинні бути для стабільного ведення гірничодобувного бізнесу в країні. Згуртованість і взаємодія усіх учасників гірничодобувної галузі також допоможе у формуванні спільної позиції, яка в свою чергу допоможе у лобіюванні спільних інтересів на державному рівні в умовах демократичного політичного режиму.

Законодавство України яке контролює гірничу промисловість кардинально змінилося у лютому 2016 року [3]. До цього часу для отримання спеціального дозволу на видобуток корисних копалин необхідно було підготувати великий перелік документів, який давав право взяти участь у тендері. Всі ці документи готувалися в певних державних структурах. Претендент сам звертався в усі ці відділи. Видача будь-якої довідки затягувалася на невизначений термін. Для прискорення вирішення цих питань доводилося давати хабарі, при чому, дані суми з кожним разом зростають.

Важливо є те, що у тендері приймають участь завчасно відомі бізнесові структури. Нажаль, саме законодавство нашої держави на цьому етапі спонукає гірничодобувні підприємства до зловживань, оскільки найбільш доречним участь у тендері є найбільш близько територіально розташованих шахт. Проте, тендерна процедура дозволяє взяти участь у цьому процесі будь якій бізнес структурі. Відповідно досить часто, з'являються, так звані, «фірми одностенки», які суттєво заважають ефективному встановленні найбільш доречну юридичну структуру, що здатна ефективно видобути ці запаси.

Після лютого 2016 претендент повинен заповнює заяву на участь у тендері. У ньому він вказує свої дані і родовище, яке збирається розробляти. Усю роботу зі збору необхідних документів виконує державна служба без участі самого клієнта. Протягом 60 календарних днів ця структура зобов'язана видати висновок і призначити дату проведення аукціону.

Отримати ліцензію можна і без аукціону, якщо геологічні дослідження і підрахунок запасів проведені претендентом за свій рахунок.

У 2015 році був прийнятий закон про поділ податків. Тепер ряд податків йде у місцевий бюджет. До них відносяться:

1. Податок на нерухомість;
2. Податок на землю;
3. Рентна плата за користування надрами;
4. Податок на доходи фізичних осіб (ПДФО);
5. Екологічний податок.

Тепер місцева влада зацікавлені у відкритті нових гірничих підприємств і в стабільній роботі уже наявних. Це позитивно впливає на відносини у системі «місцева громада – промисловий об'єкт».

При становленні України як незалежної держави проводилась процедура приватизації землі. Дана система поділу ділянок дала можливість придбати у тимчасову власність значні терени поверхні індивідуальним користувачам. Території ділилися на паї без урахування наявності корисних копалин у надрах під ними. Ряд підприємливих людей оформляли договори оренди земельних ділянок на термін до 50 років. При необхідності проведення гірничих робіт на цих територіях доводилося викуповувати у них право оренди на землю по багаторазово завищеними цінами. Це надзвичайно негативно впливало на можливості розвитку видобувної діяльності. Що у свою чергу, мало негативний вплив на паливно-енергетичний сектор нашої держави та розвиток економіки у цілому.

Нині Верховною Радою України прийнято закон, який регулює ці питання. Держава призначає ціну одного гектара, виходячи з місця розташування паїв, якісних показників земельних угідь і економічної значущості родовища для розвитку країни. Це урегулює відносини між підприємствами та землевласниками, а також значно спрощує процес відкриття шахт, відчуження земель та проведення гірничих робіт.

Попри деякі зміни у законодавстві залишається ще велика кількість факторів у існуючому законодавстві, які, в першу чергу, залежать від недосконалості судової системи і законодавства, яке обмежує зв'язки деяких представників бізнесу з держструктурами. Це породжує нерівну конкуренцію і обмеження для відкриття нових гірничодобувних підприємств. Ці проблеми потребують подальшої роботи і залежать від загального розвитку демократії в Україні.

У подальших своїх дослідженнях автори цієї роботи планують провести аналіз європейського, північноамериканського, південноафриканського та австралійського законодавств, які регулюють вищенаведені процеси. У результаті будуть виокремлені ініціативи, які можуть бути впроваджені в Україні і дадуть можливість максимально забезпечити інтереси гірничодобувних підприємств та місцевого населення з метою стабільного розвитку економіки нашої держави.

Перелік посилань

1. Дичковський Р.О. (2010). Високомеханізоване виймання тонких вугільних пластів в зонах структурних змін гірського масиву Львівсько-Волинського басейну. Д.: Національний гірничий університет. 104 с.

<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.baztech-article-BSL9-0046-0013/content/partDownload/9cb800de-51d1-3179-891e-4fe63214435f>

2. Дичковський Р.О. (2013). Наукові засади синтезу технологій видобування вугільних пластів у слабометаморфізованих породах. *Видавництво НГУ*. 38 с

http://scihub.nmu.org.ua/handle/NMUUA_2310-8339/132

3. Гірничий закон України / електронний ресурс, доступний за посиланням: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1127-14>

УДК 622.279.5

Прокопенко К.М. студент гр. 184М-16-3**Науковий керівник:** Сай К.С., к.т.н., асистент кафедри підземної розробки родовищ (Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИДОБУТКУ ГАЗУ МЕТАНУ З МОРСЬКИХ ГАЗОГІДРАТІВ

В умовах нестабільного становища на газовому ринку України, зокрема диверсифікації джерел вуглеводнів, особливо важливим є питання визначення перспектив енергетичної безпеки держави шляхом нарощування об'ємів видобування власного газу. Вирішенням даної проблеми є освоєння перспективних районів залягання газогідратних покладів на шельфі та у глибоководній частині Чорного моря. За попередніми оцінками, в українській економічній зоні запаси метану у гідратному стані, як мінімум, дорівнюють сторічному обсягу використанню газу в державі.

Природні газові гідрати являють собою льодоподібні кристалічні сполуки, які складаються з молекул води й природного газу. Це так звані сполуки включення: молекули води зв'язуються між собою водневими зв'язками й формують каркаси з просторними порожнинами усередині. Хімічні зв'язки між молекулами газу та води не утворюються, молекули утримуються лише слабкими міжмолекулярними Ван-дер-Ваальсовими силами.

У природі газогідрати утворюються у глибоководних відкладеннях морів та океанів і в районах вічної мерзлоти – головним чином з вуглеводневих газів. Найпоширенішим газом, що міститься у природних газових гідратах, є метан. Крім метану до складу природних газогідратів можуть входити інші вуглеводні (етан, пропан, бутан), а також вуглекислий і сірчистий газ, сірководень, аргон та ін.

У багатьох країнах світу на сьогодні створені пошукові програми та дослідницькі центри з вивчення газових гідратів, оскільки видобуток гідратного газу допоможе у вирішенні світової енергетичної проблеми. Однак вкрай важливим є створення та застосування методики моделювання щодо розробки газогідратних покладів і видобутку газу метану. Способи розробки природних газогідратних родовищ базуються на закономірностях існування газогідратів та їх властивостях. По-перше, береться до уваги те, що всі запаси розташовані переважно у глибинних зонах. По-друге, що газові гідрати існують в умовах відносно високого тиску та низьких температур. Хімічні зв'язки між молекулами відсутні. Молекули води з'єднані водневим зв'язком, який легко розпадається при зниженні тиску та підвищенні температури. На цих двох основних характеристиках і базуються сучасні методи видобутку газу із газогідратів.

Перед апробацією технології розробки газогідратних покладів безпосередньо на місці їх залягання, було проведено моделювання методом кінцевих елементів для встановлення оптимальних параметрів процесу вилучення газу за допомогою програми ANSYS. Визначення технологічних параметрів та розробка технології видобутку вимагає використання наступної розробленої схеми моделювання.

Загальні розміри моделі прийнято $50 \times 50 \times 75$ м, вибір яких обумовлено специфікою програмного забезпечення, максимальною кількістю елементів моделі і мінімальним розміром кінцевого елемента. Розроблена модель містить чотири основні складові.

Розміри покрівлі прийняті $50 \times 50 \times 25$ м. Матеріал пісковик.

Розміри ділянки газогідратного покладу – $50 \times 50 \times 20$ м. Матеріал газогідрат.

Розміри підосви – $50 \times 50 \times 30$ м. Матеріал пісковик.

В модель закладались наступні параметри видобувної свердловини: діаметр – 0,4 м, довжина – 34 м (2/3 потужності газогідратного покладу, що передбачено обраною технологією розробки).

Для спрощення розрахунку математичної моделі та наочності отриманих результатів виконано симетричний переріз по осі свердловини.

Першим етапом досліджень є проведення температурного аналізу з урахуванням властивостей обраних матеріалів та їх взаємодії. Для цього необхідно визначити теплопровідність, однак для газогідрату не існує постійного значення. Виходячи з вищенаведеного, побудовано графік залежності теплопровідності від температури з його прив'язкою до системи. У якості агента процесу дисоціації, що подається й проходить по свердловині, прийнято морську воду. Задано наступні параметри температур: для води +22°C; для гідрату +4°C; для порід покрівлі та підшви +18°C. Обрані значення надані й визначені Інститутом геологічних наук НАН України та Інститутом геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України шляхом аналізу кернів пробурених розвідувальних свердловин. Виходячи з того, що теплообмін, який представляє науковий інтерес, проходить між гідратом та агентом, теплова взаємодія між породами до уваги не береться. Коефіцієнт конвекції між покладом газогідрату та свердловиною прийнятий 600 W/мм² [1]. Дія теплового потоку на площину покладу в перерізі задається з такими параметрами: інтервали нагрівання – 20 W/мм²; мінімальне значення потоку – 100 W/мм²; максимальне значення – 200 W/мм².

Отже за наведених умов отримується достатня тепла дія для дисоціації газогідрату та вивільнення газу метану. Таким чином встановлено, що максимальний руйнуючий вплив діє навколо свердловини та зменшується на кінцях покладу.

Другим етапом є оцінка впливу тиску на газогідратний поклад та його деформацію. Для цього використовується аналогічна модель, але змінено початкові умови та додано деякі властивості матеріалів. Застосовано підрозділ Static Structural програми ANSYS, в якому закладаються наступні додаткові параметри. Оскільки науковий інтерес становить лише дія агента на гідрат, то встановлено жорстку фіксацію на покрівлю, підшву та свердловину. У зв'язку з неможливістю задання тиску всього гідратного тіла, встановлено тиск на всіх його гранях, направлений в середину, що дорівнює 7 МПа (тиск покладу у природних умовах коливається на рівні 5,5 – 6 МПа). Також у фізико-механічні властивості матеріалу (газогідратний поклад) закладено щільність (900 кг/м³), модуль Юнга (0,1 МПа), коефіцієнт Пуассона (0,42) [2]. Для води об'ємний коефіцієнт пружності приймаємо рівним 2000 МПа та щільність 1000 кг·см³ [3].

Дослідженнями встановлено, що максимальний тиск формується на ділянках між гідратом та порожніми породами. Виходячи з цього, недостача теплового впливу на ділянках біля покрівлі та підшви покладу компенсується впливом тиску агента й навпаки – недостатній тиск у центрі розкладання врівноважується впливом теплового потоку. Для формулювання остаточного висновку щодо теплової дії та дії тиску на дисоціацію гідрату, отримано ще одну схему розрахунку абсолютних деформацій у газогідратному покладі. Виявлено, що максимальні деформації відбуваються на бічних границях гідратного тіла, що дозволяє дисоціювати крайові ділянки, на які мало впливав тиск та температура. Розкладання центральної ділянки покладу є поступовим й відповідає результатам теоретичних та експериментальних досліджень щодо поетапності процесу дисоціації. Відповідно, комплексний підхід впливу тиском та температурою є прийнятним та результативним при розробці газогідратних покладів.

Перелік посилань

1. *Коеффициент конвективной теплопередачи.* – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://help.solidworks.com/2012/Russian/solidworks/cworks/Convection_Heat_Coefficient.htm
2. *Модули упругости и коэффициенты Пуассона для некоторых материалов.* – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sopromat.org.ua/sopromat_files/sprav/mod_pr.htm
3. *Объемный модуль упругости.* – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1566312>

УДК 681

Пикало В.М. студентка 2 курсу гр. ОГ-61-1**Науковий керівник: Вапнічна В.В., к.т.н., доцент кафедри геоінженерії***(Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна)*

ОГЛЯД СПОСОБІВ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН З МОРСЬКОГО ДНА

Сьогодні, як показує світова практика, зростання потреби у енергетичній та мінеральній сировині зумовлює стрімке впровадження та удосконалення техніко-технологічних рішень щодо видобутку корисних копалин з морського дна, який забезпечується шляхом проведення підземних гірничих виробок або бурових свердловин, а розробка поверхневих родовищ шельфу, ложа океану, у свою чергу, проводиться відкритим способом через водну товщу. Гірничо-геологічні, гідрометеорологічні та еколого-економічні фактори є основою для вибору раціональних технологічних способів розкриття родовищ і відповідного технічного інструментарію.

Розсипні родовища корисних копалин, що утворилися в процесі фізичного вивітрювання корінних порід та впливу на них природних хімічних факторів з руйнуванням на окремі різної крупності або перетворенням у глину чи, частіше, з переносом від місця залягання материнських порід розробляються, переважно, багаточерпаковими, гідравлічними та грейферними драгами, ерліфтними установками [1].

Для розробки родовищ залізо-марганцевих конкрецій проектується видобуток гідравлічними і насосними агрегатами, зокрема ерліфтами, ківшевыми драгами. Розсипи (титану, золота, олова, заліза, цирконію, платини та ін.) розробляються переважно драгами, що являють собою плавучий гірничо-збагачувальний комплекс для розробки обводнених родовищ корисних копалин [2].

На шельфі родовища нафти та газу розробляються буровими свердловинами. Значний досвід видобутку корисних копалин за допомогою бурових свердловин, в зоні шельфу, має підприємство з видобутку сірки, що знаходиться в Мексиканській затоці (США, шт. Луїзіана, родовище Гранд-Айл). Для видобутку даної сировини там споруджено спеціальний острів (видобуток проводиться фраш-методом). Технологія видобутку не відрізняється від технології на суші. Особливість полягає у попередженні прориву морських вод у гірничі виробки [3, 6].

Перспективними є ерліфтні установки для видобутку корисних копалин з дна морів та океанів (Рис. 1) [3, 5, 6].

Висока дисперсність морських розсипів обумовлює можливість застосування спеціальних технологій селективного видобування корисних копалин, при якому з розсипу вилучають тільки корисний компонент.

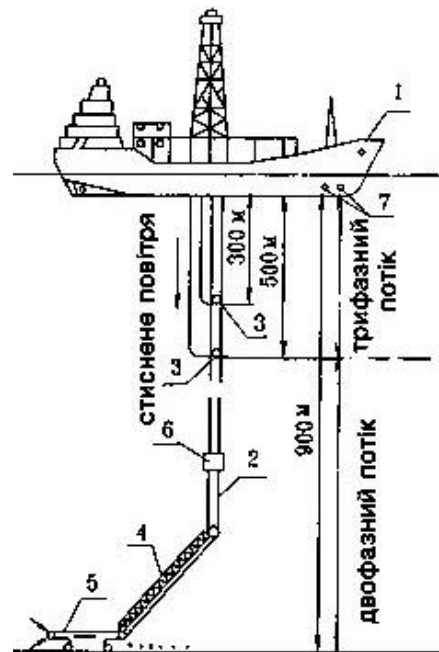


Рисунок 1 – Схема глибоководного гідровидобутку: 1 – спеціалізоване судно; 2 – трубопровід для прийому корисної копалини; 3 – змішувачі ерліфту; 4 – рама з шарніром; 5 – пристрій для збору гірської маси; 6 – двигун; 7 – пристрої, які корегують положення судна

Як приклад – технологія фірми «Явата Сейтетцу», видобування залізовмісних пісків) [3, 4]. Видобуток фосфоритів, уранових руд, бурштину може проводитись шляхом їх гдророзпушення. Вилуговування застосовується, зокрема, для розробки уранових покладів з низьким вмістом уранового концентрату, що економічно обґрунтовується при виборі способу розробки.

Видобуток такого енергетичного носія як вугілля, що знаходиться у шельфовій зоні здійснюється шляхом проведення підземних виробок. Таким способом видобуток ведуть у таких країнах як Японія, США, Велика Британія та ін.

Також перспективним є видобування корисних копалин на місці залягання вилуговуванням, розчиненням водою. У промислових масштабах родовища розробляють на глибинах до 300 м, зразки деяких порід піднімають з глибини 1000 – 6000 м. Продуктивність технічних засобів, що використовують при освоєнні поверхневих родовищ, становить від кількох десятків до кількох тисяч кубічних метрів на годину. До підземної розробки родовищ належить також вилучення корисних копалин з морської води, яке ґрунтується на виділенні розчинених у ній солей (хлористого натрію) або хімічних елементів (броду, магнію тощо) [6].

Проаналізувавши наявні способи видобутку корисних копалин з морського дна, країн що володіють даними запасами, можна зробити висновок, що їх розробка забезпечує додаткове отримання енергетичної та мінеральної сировини для потреб паливно-господарського комплексу.

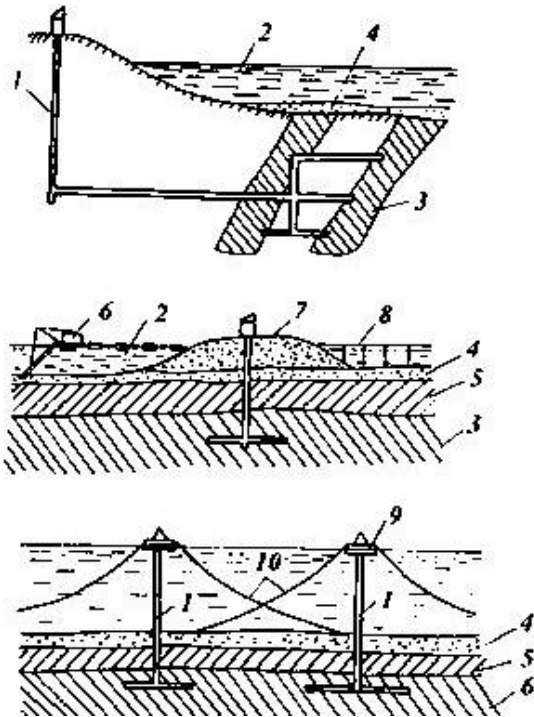


Рисунок 2 – Розкриття родовища морського дна: а – стволем з берега; б – стволем з намитого острова; в – стволами, розташованими у воді; 1 – ствол; 2 – море; 3 – корисна копалина; 4 – розпушені осади; 5 – корисні породи; 6 – земснаряд; 7 – намитий острів; 8 – естакада; 9 – плавуча платформа; 10 – система кріплення, стабілізаційні пристрої

Перелік посилань

1. Мала гірнича енциклопедія. (2007). Донецьк: Донбас.
2. Смирнов, В.О., & Білецький, В.С. (2005). *Фізичні та хімічні основи виробництва*. Донецьк: Східний видавничий дім.
3. *Морська гірнича технологія*. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Морська_гірнича_технологія
4. Демченко, М.Т., & Поважний, С.Ф. (2008) *Системи технологій*. Донецьк: Донецький державний університет управління.
5. Нурок, Г.А., & Бруккин, Ю.В. (1970). *Добыча полезных ископаемых со дна морей и океанов*. Москва: Недра.
6. Ржевский, В.В., & Нурок, Г.А. (1979). *Технология добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов*. Москва: Недра.

УДК 622.324.5

Цивка Е.С. студент гр. ГРГ-14-3

Научный руководитель: Сай Е.С., к.т.н., ассистент кафедры подземной разработки месторождений

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

ТЕНДЕНЦИИ РАЗРАБОТКИ ГАЗОГИДРАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ДОБЫЧИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Исчерпание традиционных энергетических ресурсов способствует тому, что человечество с каждым днем все более активно занимается поиском альтернативных источников энергии. Таковыми являются природные газовые гидраты. Газогидраты – это кристаллические соединения клатратов, группы твердых соединений. В клатрате молекула воды образует клетку, вмещающую молекулу газа. Для образования данных водородных клеток необходимыми являются условия низких температур и высоких давлений, существующих в зоне вечной мерзлоты и глубоководных морских или океанических донных отложениях.

Газогидратные залежи обнаружены почти по всей планете, в них содержится, пожалуй, больше углерода, чем во всех других ископаемых источниках энергии (месторождениях нефти и газа, нефтяных песках, угле, угольном метане и битуминозных сланцах).

Вопросами добычи природного газа из газогидратных месторождений на сегодня занимается большинство развитых стран мира – Канада, Германия, Китай, Норвегия, США, Япония, Индия, Россия и др. В Украине благоприятные условия существования газовых гидратов – в Черном море. Потенциальные запасы газа в гидратном состоянии оценивают в 20 – 25 трлн м³ [1].

Японско-канадская группа ученых с участием специалистов из США, Германии и Индии в результате пробного бурения обнаружила залежь газогидратов на глубине около 1000 – 1200 м недалеко от устья реки Маккензи на северо-западе Канады. На сегодня лидерами освоения газогидратов являются Япония, Корея и Индия. Во всех трех странах проекты в этой сфере продолжают активно развиваться на протяжении последних десяти лет, начиная с 2007 – 2008 годов, когда цены на нефть и сжиженный природный газ резко возросли и достигли максимального значения. В индийских водах прогнозные запасы газогидратного газа оцениваются более чем в 55 трлн м³, а месторождение Krishna-Godavari в Бенгальском заливе считается одним из крупнейших в мире [2].

В Японии проводятся многочисленные исследования, направленные на развитие технологии добычи газа из газогидратных залежей способом разгерметизации. Процесс разгерметизации (снижения давления) был признан японцами более эффективным для разложения гидратов на газ и воду, чем использование метода закачки нагретой морской воды [3]. Промышленную разработку месторождения газогидратов вблизи японского города Нагоя планируют начать в 2018 году. По оценкам экспертов, газа в газогидратных залежах под океанским дном в прилегающих районах Японии хватит примерно на 100 лет [4].

В Китае при поддержке Геологической службы Министерства земельных и природных ресурсов приступили к пробной разработке газогидратного месторождения, расположенного на глубине более 1200 м от поверхности моря. Всего за 8 дней удалось добыть около 120 тыс. м³ газа с содержанием метана до 99,5%. Геологическая служба назвала успех эксперимента историческим прорывом, который достигнут исключительно собственными силами [5].

В Республике Корея освоением газогидратных залежей занимается государственная компания Korea National Oil Corp, которая также участвует в исследованиях процесса добычи газа из газогидратов на Аляске с участием ряда американских компаний. Мощность газогидратов на корейском шельфе Японского

моря оценивается в 1 трлн м³ метана. Газогидратный проект является государственным и включен в Программу развития нефтегазодобывающей отрасли Кореи [6].

Министерством энергетики США и рядом коммерческих компаний реализуются исследовательские проекты по добыче газогидратного газа. По последним оценкам, технически извлекаемые ресурсы газогидратов Северного склона Аляски составляют 2,4 трлн м³ газа [7]. Наиболее перспективным регионом считается Мексиканский залив, где уже создана инфраструктура нефте- и газодобычи. Масштаб этих ресурсов пока недостаточно изучен, но Служба управления минеральными ресурсами США ведет их постоянное изучение и учет. На сегодня, согласно оценкам американской компании Mineral Management Service, запасы газогидратного газа в Мексиканском заливе достигают значения в 600 трлн м³ [8].

Совместные экспедиции украинских и немецких ученых с целью определения перспектив добычи природного газа из газогидратов на украинском шельфе Черного моря и его глубоководной части были начаты в 2010 году и продолжались до аннексии Крыма [9]. Накопленный фактический материал о масштабах дегазации Черного моря и местах распространения газогидратных залежей подтверждают целесообразность проведения комплексных исследований с целью внедрения технологий практического извлечения газа из газовых гидратов для нужд экономики Украины и повышения энергетической независимости государства [10].

Для создания новейших газогидратных технологий, которые предоставят новые возможности получения дополнительного энергоресурса в виде газа из залежей газовых гидратов, и их реализации на практике, необходимы дальнейшие исследования в данном направлении, что является актуальным и своевременным.

Перечень ссылок

1. Корсаков, О.Д., Бяков, Ю.А. & Ступак, С.Н. (1989). Газовые гидраты Черноморской впадины. *Советская геология*, (12), 3-10.
2. Тарнавский, В. (2010). Газогидраты могут стать для Украины важным источником природного газа. *ЭСКО*, (8), 36-41.
3. Бородин К. *В Японии начат 1-й в мире эксперимент по добыче метаногидратов* / К. Бородин // Энергоньюс. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energo-news.ru/archives/90046>
4. *Япония первой добыла газ из гидратов метана.* – [Электронный ресурс] / РБК-Украина. – Режим доступа: <http://www.gasua.com/ru/news/3214.html>
5. *Китай здійснив потужний прорив у видобутку газу.* – [Электронный ресурс] / ЗІК. – Режим доступа: http://zik.ua/news/2017/05/19/kytay_zdiysnyy_potuzhnyy_proryv_u_vydobutku_gazu_1099009
6. Толкачѳв, В.М. (2014). Газовые гидраты – важный очередной нетрадиционный ресурс природного сырья и топлива. *Освоение месторождений газовых гидратов*, (6), 21-24.
7. *Газогидраты: технологии добычи и перспективы разработки.* Информационная справка / Дирекция по стратегическим исследованиям в энергетике Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации. – 2013. – 22 с.
8. *Что такое газогидраты и почему Арктика является богатейшим хранилищем топлива.* – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.segodnya.ua/science/chtotakoe-gazogidraty-i-pochemu-arktika-yavlyatsya-bogateyshim-hranilishchem-topлива-1051958.html>
9. Шнюков, Е. (2011). *Газовые гидраты (газогидраты) – неосвоенное богатство Черного моря. Эхо России.*
10. Bondarenko, V., Ganushevych, K., & Sai, K. (2012). Substantiation of technological parameters of methane extraction from the Black Sea gas hydrates. *XXI Szkoła eksploatacji podziemnej: materiały konferencyjne, Krakow: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energia, Akademia Górniczo-Hutnicza*, 191-196.

УДК 622.279.5

Дименко Є.С., учень 3 курсу, слухач Малої академії наук України
(Першотравенський гірничий ліцей, м. Першотравенськ, Мала академія наук України,
м. Дніпро, Україна)

Науковий керівник: Саїк П.Б., к.т.н., доцент кафедри підземної розробки родовищ
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ

Сьогодні світова потреба в енергоносіях та хімічній сировині безперервно збільшується, що обумовлюється стрімким розвитком науково-технічного прогресу. Тому вирішення проблеми з впровадження енергохімічних комплексів на базі радикальних технологій стає все більш актуальною задачею наукової спільноти та спеціалістів у галузі паливно-енергетичного комплексу. Необхідно постійно удосконалювати міжгалузеві знання та підходи щодо розвитку та впровадження інноваційних технологій з отримання енергетичних та хімічних продуктів.

Одним із способів вирішення вказаної є свердловинна підземна газифікація вугілля (СПГВ), з подальшим видобуванням та використанням продуктів газифікації [1]. Основним горючим компонентом підземної газифікації є генераторний газ, який містить у своєму складі такі горючі гази як CO, CH₄, H₂ [2].

Відмінною особливістю технології СПГВ є можливість зниження викидів в атмосферу вуглекислого газу за рахунок замкнутого циклу переробки запасів вугілля на місці його залягання у замкнутому підземному просторі. Такі технології за кордоном отримали назву «чисті вугільні технології» (Clean Coal Technology) [3, 4].

За кордоном експериментальні та промислові роботи з підземної газифікації вугілля з використанням отриманого газу ведуться в США, країнах Євросоюзу, КНР, КНДР, Австралії, Монголії, Японії, Південній Африці, Росії та ін. В цілому досвід застосування технології підземної газифікації показав, що ця технологія дозволяє отримувати енергетичний газ та газ для хімічного синтезу в промислових масштабах, замінюючи собою природний газ [5-7].

Енергетичний газ СПГВ за своїми теплотехнічними якостями може використовуватися в топках котелень та електростанцій для заміни вугілля та інших видів палива. Варіація дуттьовими сумішами при роботі підземних газогенераторів забезпечує отримання енергетичного газу зі стійким складом горючих газів з нижчою теплою спалювання понад 9 МДж/м³ [8]. Газ такого складу по своїх теплотехнічних характеристиках перевершує будь-яке вугілля, а використання його як палива на електростанції для отримання електроенергії незначно поступається природному газу. Наприклад ККД теплоелектростанції (ТЕС), що працює на вугіллі, природному газі становить 30 – 35%. Для порівняння ККД ТЕС на генераторному газі отриманого при повітряному дутті становить 22 – 25% [9].

При використанні газів для виробництва електроенергії їх теплота згорання в розглянутих межах 3,5 та 35,7 МДж/м³ не є показником, який визначає ККД електростанції. Це пов'язано з тим, що в енергоустановках спалюється газ разом з повітрям і чим вище теплота згорання газу, тим більше витрачається повітря. Тому теплота згорання горючих сумішей різної калорійності не відрізняється значно від теплоти згорання газів. Наприклад, для суміші газу ПГВ з повітрям вона складе 2,1 МДж/м³, а для природного газу – 3,0 МДж/м³ [10].

Одночасно з виробництвом енергетичного (генераторного) газу можливе отримання великої кількості цінних хімічних продуктів, які можуть знайти застосування як сировина для хімічної промисловості. Серед різних хімічних сполук, що містяться в газовому конденсаті, необхідно, перш за все відзначити групу фенолів і аміаку. Це дозволить використовувати конденсат як азотне добриво.

Хімічні речовини одержувані з конденсату газу СПГВ можуть відпускатися хімічним підприємствам у вигляді такої сировини як кам'яновугільна смола, бензол,

аміачна вода, феноли, ацетилен, піридинові основи, а при процесі переробки забезпечується можливість отримання сірки, ПАВ, розчинників, саж, барвників, полімерів та ін.

Одним з перспективних напрямків використання газу ПГУ при парокисневому дуття є отримання цінного хімічного продукту – метанолу. Для синтезу метанолу необхідно підтримувати певне співвідношення $H_2:CO$ або $H_2:(CO + CO_2)$ залежно від типу каталізаторів [11]. Основними стадіями цього синтезу є: компресія газу, синтезу метанолу, його перегонка (дистиляція). Метанол є сировиною не тільки для хімічного синтезу, але може бути використаний як паливо в класичних двигунах внутрішнього спалювання та спеціальних паливних елементах для отримання електроенергії. Промислові дослідження підтвердили придатність метанолу як добавку до звичайного палива, а також як самостійного пального.

Проаналізувавши можливість отримання низки енергетичних та хімічних продуктів при газифікації вугілля можна зробити висновок, що важливим напрямком щодо вирішення енергетичних та екологічних проблем є впровадження комбінованих енергохімічних комплексів на базі свердловинної підземної газифікації вугілля. При використанні газу СПГУ на промислових і комунальних підприємствах покращується екологічна обстановка, санітарні умови праці, підвищуються ефективність та економічні показники даних підприємств.

Перелік посилань

1. Lavis, S., & Courtney, R. (2013). Underground coal gasification. *The Coal Handbook: Towards Cleaner Production*, 226-239.
2. Bell, D. A., Towler, B. F., & Fan, M. (2011). Underground Coal Gasification. *Coal Gasification and Its Applications*, 101–111. doi:10.1016/b978-0-8155-2049-8.10005-1
3. Лозинський, В.Г., & Саїк, П.Б. (2012). Інтенсифікація процесу свердловинної підземної газифікації вугілля малопотужних вугільних пластів. В *Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Наукова весна"* (pp. 39-40). Дніпропетровськ: Національний Гірничий Університет.
4. Lozynskyi, V., & Saik, P. (2015). Experimental studies of crossing the disjunctive geological faults with underground gasifier. In *XXII Międzynarodową Konferencję Naukowo-Techniczną Górnicze "Zagrożenia Naturalne 2015"* (pp. 16-17). Targanice k/Żywca: Central Mining Institute.
5. Саїк, П., & Лозинський, В. (2016). Розвиток та впровадження технології підземної газифікації вугілля. В *Матеріали X міжнародної науково-технічної конференції "Школа підземної розробки"* (pp. 17-18). Бердянськ: Національний Гірничий Університет.
6. Shafirovich, E., & Varma, A. (2009). Underground coal gasification: a brief review of current status. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 48(17), 7865-7875. doi:10.1021/ie801569t
7. Лозинський, В. Г., Саїк, П. Б., Паваленко, О. В., & Кошка, Д. О. (2010). Аналіз сучасного стану і перспективи промислового застосування свердловинної підземної газифікації вугілля в Україні. В *Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції "Школа підземної розробки"* (pp. 351-363). Дніпропетровськ: Національний Гірничий Університет..
8. Саїк, П., & Лозинський, В. (2016). Генераторний газ як альтернатива природному газу. В *Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції "Газогідратні технології у гірництві, нафтогазовій справі, геотехніці та енергетиці"* (с. 34-35). Дніпро: Національний гірничий університет.
9. Blinderman, M. S. (2006). The Exergy Underground Coal Gasification Technology as a Source of Superior Fuel for Power Generation. *ASME 2006 Power Conference*. doi:10.1115/power2006-88064
10. Фальштинський, В. С. (2009). *Удосконалення технології свердловинної підземної газифікації вугілля*. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет.
11. Bhutto, A. W., Vazmi, A. A., & Zahedi, G. (2013). Underground coal gasification: From fundamentals to applications. *Progress in Energy and Combustion Science*, 39(1), 189-214.

УДК 622.271

**Мостика А.В., с.н.с. Інституту з проектування гірничих підприємств
Науковий керівник: Науковий керівник: Анісімов О.О., к.т.н., доц. каф. відкритих
гірничих робіт**

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

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОДОВИЩА ТА КАР'ЄРНОГО ПРОСТОРУ В УМОВАХ ПОЛТАВСЬКОГО ГЗК

Планування відкритих гірничих робіт при розробці глибокозалягаючих родовищ корисних копалин відбувається з використанням тимчасової консервації розкривних порід [1]. Створення тимчасово неробочих бортів, виділення черг (етапів), встановлення проміжних контурів, дозволили багатьом підприємствам, що відпрацьовують глибокі кар'єри зменшити витрати на виймання розкривних порід на початковому етапі. Подібне відпрацювання потребує значного часу на визначення об'ємів виймання порід розкриву і видобутку корисної копалини.

В останні роки на багатьох кар'єрах етапи формують похилими виймальними шарами. Відпрацювання кожного ведеться робочою площадкою шириною від 60 до 100 м, яка переміщується з верхнього положення що відповідає поверхневому рельєфу до її граничного стану в нижній частині. При цьому робочий борт має результуючий укіс до 32-45°. Зменшення виймання порід розкриву досягається також шляхом утворення єдиного укусу, що формується з 4-6 уступів по розкривних порах, шляхом орієнтування бортів з направленням фронту гірничих робіт діагонально відносно лінії простягання родовища і комбінацією перерахованих способів.

Формування крутопохилих шарів потребують відповідного створення транспортних комунікацій для переміщення порід розкриву. Тому при формуванні кар'єрних полів, в умовах розробки залізрудних родовищ України необхідно виділяти етапи розробки і складування порід розкриву у виробленому просторі. Таким роботам може допомогти комп'ютерне моделювання родовища і формування моделі кар'єрних виробок на певний період відпрацювання.

Мета роботи: обґрунтувати послідовність формування кар'єрного простору при відпрацюванні круто нахиленими шарами в умовах кар'єру Полтавського ГЗК за допомогою комп'ютерного моделювання.

Вихідні дані для проведення роботи: науково-технічні публікації, присвячені комп'ютерному моделюванню кар'єрів і родовищ, технологічні схеми формування крутонахилених шарів; поточний план гірничих робіт Полтавського ГЗК, геологічні розрізи, цифрова модель кар'єру, блочна модель родовища.

В результаті проведених робіт з комп'ютерного моделювання Горішне-Плавнинського і Лавриковського родовищ отримана блочна модель (рис. 1) та каркасна модель кар'єру при різних способах відпрацювання круто нахилених шарів.

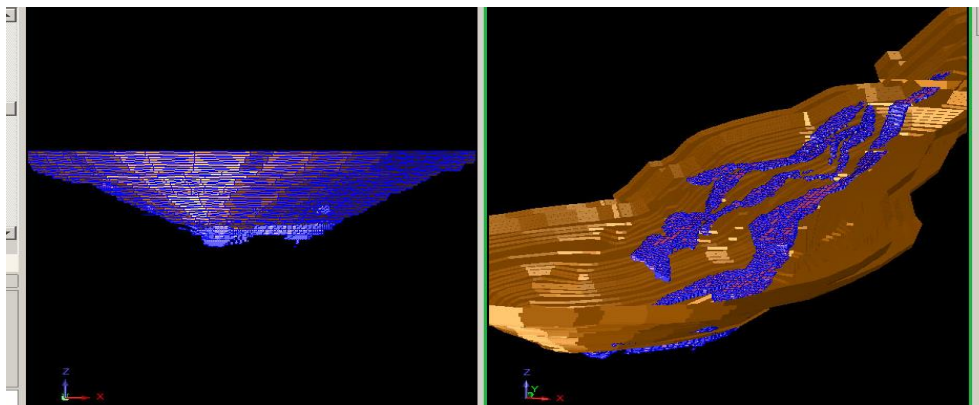


Рисунок 1 – Графічне відображення блочної моделі вигляд з південної частини Горішне-Плавнинського родовища та каркасна модель кар'єру Полтавського ГЗК

Для розрахунків об'ємів виймання порід розкриву та видобування руди був використаний програмний продукт Surpac. Отримана цифрова топографічна модель виробленого простору кар'єру ПГЗК на різних етапах, яка сформована крутонахиленими шарами. Це дозволило визначити обсяги виймання гірничої маси (рис. 2). За допомогою програми були створені ЦТМ наступних положень кар'єрного поля по етапам при відпрацюванні за існуючою технологією з висотою бортів 80-100 м і технологічною схемою відпрацювання крутонахилених шарів що пропонується (45-60 м).

Розрахунки об'ємів розкривних порід та корисної копалини на різних етапах по горизонтах виймання за технологією, що пропонується наведені на рис. 2.

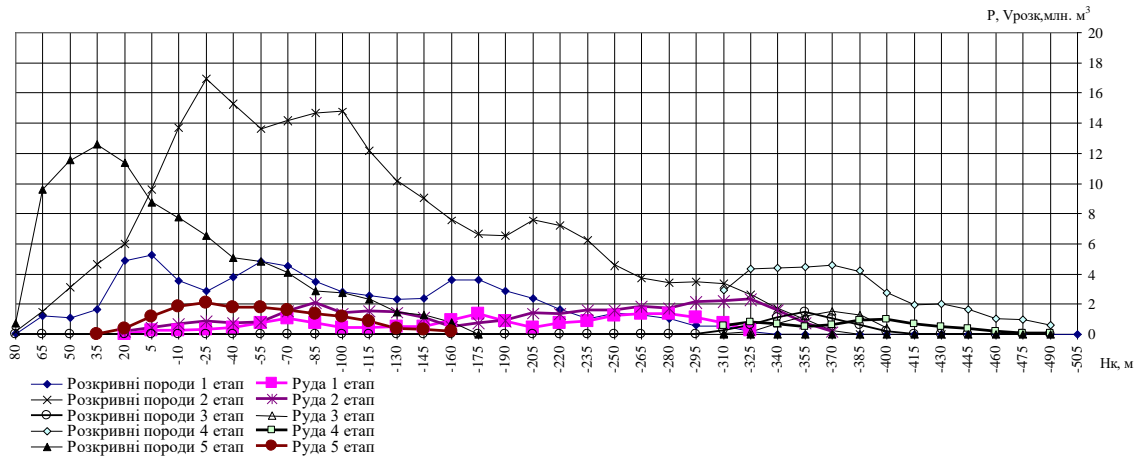


Рисунок 2 – Графік виймання порід розкриву та корисної копалини по етапам відпрацювання на горизонтах за технологією, що пропонується

Наведений графік вказує на те, що технологія відпрацювання порід розкриву яка пропонується (висота круто нахиленого шару 45-60 м) є більш перспективною. Об'єм піку виймання порід розкриву за існуючою технологічною схемою припадає на горизонти з відміткою мінус 40, мінус 85 м і становить понад 28-30 млн. м³. При формуванні кар'єрного простору за технологічною схемою, найбільші об'єми становлять 15-17 млн.м³ і відповідають горизонтам з відмітками мінус 25, мінус 100 м. З урахуванням сформованого родовища видобуток корисної копалини на 1 етапі при формуванні за технологією, що пропонується може здійснюватися як на нижніх горизонтах так і верхніх розпочинаючи від відмітки плюс 20 м. У той же час при формуванні кар'єрного простору (1 етап) за існуючою технологічною схемою видобуток руди може бути здійснений лише на нижніх горизонтах починаючи з відмітки мінус 190 м.

Перелік посилань

1. Анисимов, О.А. (2015). *Технология строительства и разработки глубоких карьеров*. Д.: Национальный горный университет.

УДК 622.014.2

Петлёваный М.В., к.т.н, доцент кафедри підземної розробки месторождений
(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина)

ПРОГНОЗ УСТОЙЧИВОСТИ КОНТУРОВ ОЧИСТНЫХ КАМЕР ПРИ ОСВОЕНИИ НОВОГО ПЕРЕВЕРЗЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Запасы наиболее богатых железных руд (содержание железа > 60%) Украинского кристаллического щита сосредоточены в Белозерском железорудном районе, в состав которого входят три месторождения: Южно-Белозерское, Северо-Белозерское, Переверзевское. В настоящее время эксплуатируется только Южно-Белозерское месторождение (залежь «Главная») Запорожским железорудным комбинатом (ЗЖРК). Морфология рудного тела такова, что с понижением горных работ рудная площадь залежи «Главная» существенно сокращается, что приводит к снижению концентрации горных работ и необходимости принятия технических решений по поддержанию существующего уровня добычи 4,5 млн т. В перспективе планируется увеличение годовой мощности ЗЖРК с 4,5 до 6,0 млн т железной руды, поэтому ввод в эксплуатацию новых запасов железных руд неизбежен. Первоочередным месторождением выбрано Переверзевское, состоящее из 12 отдельных рудных залежей мармитовых (200 млн т) и железистых (400 млн т) кварцитов. Для этого проведены все горно-подготовительные работы по подготовке нескольких залежей, а добыча руды из первой камеры намечена в 2018 году.

Анализ горно-геологических и горнотехнических условий разработки Южно-Белозерского и Переверзевского месторождений позволил выявить их существенные отличия: крепости вмещающих пород, глубины разработки, мощности рудной залежи, угла падения рудного тела, расположения очистной камеры по отношению к рудному телу. Поэтому технология добычи руды, успешно применяемая при разработке Южно-Белозерского месторождения, не может быть по аналогии внедрена в условия рудных тел Переверзевского месторождения. Проблемным вопросам устойчивости конструктивных элементов систем разработки посвящены труды зарубежных ученых [1-3], а при разработке Южно-Белозерского месторождения [4-8]. Устойчивость элементов системы разработки в новых геотехнологических условиях требует научного уточнения.

В качестве объекта исследования для прогноза устойчивости контуров очистных камер выбрана 7-я залежь железистых кварцитов Переверзевского месторождения, намеченная комбинатом к первоочередной отработке. Задача прогноза устойчивости камер решалась методом конечных элементов при помощи программного пакета SolidWorks 2011 посредством построения и исследования геомеханической модели разномодульного массива для следующих условий: поэтажно-камерная система разработки с твердеющей закладкой; рассматривается отработка камер первой и второй очереди первого этажа 400 – 480 м в нисходящем порядке под рудным охранным целиком мощностью 30 м; средняя глубина заложения камеры – 440 м; крепость пород всячего бока по шкале проф. Протогьяконова – 12, лежащего бока – 6; горизонтальная мощность залежи – 35 м; угол падения рудного тела – 80°; высота камеры – 80 м; ширина камеры – 35 м; длина камеры – 45 м; камера располагается длинной стороной по простиранию рудной залежи; заданы физико-механические свойства рудного, породного и закладочного массива в соответствии с данными геологической разведки и лаборатории закладочного комплекса; к модели прикладывалась нагрузка 7 МПа, соответствующая напряженному состоянию нетронутого массива на указанной глубине. Посредством компьютерного моделирования исследовано напряженное состояние массива горных пород и закладки, вмещающего очистную камеру. Задача решалась в

упругой постановке, напряженное состояние анализировалось по полученным эпюрам вертикальных и горизонтальных напряжений.

По результатам исследований дана аналитическая оценка устойчивости обнажений очистной камеры в этаже 400 – 480 м и предохранительного целика. Установлено, что при отработке камер первой очереди (в окружении руды и вмещающих пород) менее устойчивым обнажением является плоская кровля отрабатываемой камеры, где горизонтальные растягивающие напряжения достигают 4,1 МПа и приближаются к прочности на растяжение рудного массива (целика), в результате чего появляется вероятность образования трещин в кровле камеры на незначительное расстояние. Обнажения вмещающих пород (бока камеры) находятся в устойчивом состоянии, засорение не прогнозируется. Установлено, что при отработке камер второй очереди (в окружении закладочного массива) бока камеры (закладка) в моделируемых условиях находятся в устойчивом состоянии, что дает возможность снизить прочность закладочного массива.

Перечень ссылок

1. Emad, M. Z., Mitri, H., & Kelly, C. (2014). Effect of blast-induced vibrations on fill failure in vertical block mining with delayed backfill. *Canadian Geotechnical Journal*, 51(9), 975-983.
2. Aubertin, M., Li, L., Arnoldi, S., Belem, T., Bussière, B., Benzaazoua, M., & Simon, R. (2003). Interaction between backfill and rock mass in narrow stopes. *Soil and rock America*, 1, 1157-1164.
3. Xue, D., Wang, J., Tu, H., Wang, F., & Zhao, J. (2013). Deformation failure mechanism and application of the backfill along the goaf-side retained roadway. *International Journal of Mining Science and Technology*, 23(3), 329-335.
4. Кузьменко, А.М., & Петлеваний, М.В. (2014). Влияние структуры горного массива и порядка отработки камерных запасов на разубоживание руды. *Геотехническая механика*, (118), 37-45.
5. Petlovanyi, M. (2016). Influence of configuration chambers on the formation of stress in multi-modulus mass. *Mining of Mineral Deposits*, 10(2), 48-54.
<https://doi.org/10.15407/mining10.02.048>
6. Чистяков, Е.П., Кулиш, С.А., & Зубко, С.А. (2012). Геомеханика и практика применения систем разработки с закладкой выработанного пространства на рудниках Украины. В *Материалах II международной научно-практической конференции “Геомеханические аспекты и экологические последствия отработки рудных залежей”* (с. 151-152). Кривой Рог: КНУ.
7. Кузьменко, О. М., Петльований, М. В., & Усатий, В. Ю. (2015). Твердеющая закладка при отработке рудных крутых залежей в сложных горно-геологических условиях.
8. Кузьменко, О. М., & Петльований, М. В. (2017). Стійкість штучного масиву при підземній розробці потужного рудного покладу на великій глибині. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, (50), 56-62.

УДК 622.272.6

Роговський М.В. студент гр. 184-17ск-3*(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет» м. Дніпро, Україна)***Науковий керівник: Дичковський Р.О., д.т.н, професор, професор кафедри підземної розробки родовищ***(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет» м. Дніпро, Україна)*

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВИКОНАННЯ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНИХ РОБІТ НА ШАХТАХ ДП «ЛЬВІВВУГІЛЛЯ»

Серед усіх технологічних процесів пов'язаних із видобуванням вугілля у виймальному стовпі, мабуть найменш висвітленими у спеціалізованій літературі є монтажні-демонтажні роботи. Виконання цих робіт, тягне за собою повний перелік доволі специфічних і трудомістких процесів. Існує багато виробничих та не виробничих аспектів, що можуть загальмувати загальний робочий процес. Необхідно розуміти що особливу увагу потрібно приділяти саме безпеці робочих умов, адже відхилення у якомусь з напрямків, зазвичай призводить до нещасних випадків пов'язаних з травмами та пошкодженням дорогого гірничошахтного обладнання. Особливо це проблема гостро відчувається на шахтах ДП «Львіввугілля» [1, 2].

На шахтах цього регіону, труднощі виникають уже на етапі доправки обладнання до робочого місця. Практична робота на шахтах показує, що ці роботи складно виконати без відхилення від правил ТБ. Це пов'язано зі станом рейкових колій, а саме на заїздах у дільничні штреки, та по всій довжині його аж до вибою. У вентиляційних штреках де ведуться роботи з погашення, яскраво виражена не достача костилів в рейках. Це призводить до того, що перевезення допоміжних матеріалів та обладнання за допомогою електровозної відкатки несе в собі значний ризик сходження рухомого складу з рейок. Таким чином для транспортування матеріалів та обладнання на великі відстані досить часто забезпечується «ручною людською працею», що несе в собі трати робочого часу та значно знижує ефективність роботи. З іншого боку в нашій країні є приклади ефективного видобування тонких та вельми тонких вугільних пластів. У роботах [3, 4] наведено технологічні аспекти застосування механізованих комплексів зі струговими виймальними машинами та можливість альтернативного використання вугілля та загосподарювання пост гірничих теренів.

Демонтажні роботи з погашенням виробок, відбуваються за допомогою лебідки (ЛПК-10Б). Нажаль, досить часто не проводиться заземлення цього устаткування, також вони експлуатуються без захисного кожуха, навіть елементарне закріплення її відбувається за допомогою дерев'яних ремонтин, що впираються у рами підготовчого кріплення виробки. Цей момент грубо порушує технологічні норми, але альтернатив за відсутності фінансування нажалі немає. Процес самого ж погашення теж серйозно відхиляється від встановлених норм: досить часто використовувані канати не відповідають нормам експлуатації, не у достатній кількості у наявності блочки, ланцюги, кільця та інше допоміжне знаряддя. Усі ці фактори створюють додаткові труднощі для робітників. У результаті демонтоване кріплення деформується, що знижує його несучі характеристики. Спотворена форма елементів аркового кріплення унеможливує його повторне використання. Дефіцит дерев'яних стійок що служать опорою для кріплення у вибої, закономірно викликає регулярні обвали та просідання комплектів арки. Цей факт сам по собі загроза для робітників, а у виробничому процесі при сильному обвалі порід (утворення так званих «куполів»), назавжди ховає арочне кріплення у забої, що несе у собі значні матеріальні втрати.

Переважаюча кількість відкотних та інших важливих виробок де прокладаються комунікації страждають від надмірного гірничого тиску, це наслідки підроблення пластів у минулому. Через ці виробки прокладаються важливі транспортні шляхи, канатні відкатки і

т.д. Тому процес перекріпи ізолює інші процеси, пов'язані із діяльністю гірничодобувних підприємств.

Варто також приділити увагу тому, що на конвеєрних та бортових штреках, при їх погашенні порушуються норми вентиляції, що створює дискомфорт робітникам і априорі є проблемою по пиле-газовому фактору. Висока обводненість цих штреків є також актуальною проблемою більшості шахт, внаслідок не достатньої кількості робочих одиниць відповідного обладнання. На даний час усі вище описані проблеми з демонтажем є як ніколи актуальними, та їх вирішення найближчим часом нажалі не може бути вирішеними, у першу чергу, із-за відсутності фінансування.

При видобутку вугілля до найважливіших монтажних процесів можна віднести проведення розрізних печей та встановлення туди механізованого кріплення. Найбільшою проблемою являється недостача лісу (дерев'яних стояків), найбільше від цього страждає процес становлення розрізних печей. На шахтах цього регіону практикується формування монтажних камер замість розрізних печей, шляхом проходження штреком, тобто монтажем туди арочного кріплення. Це серйозно ускладнює встановлення секцій механізованого кріплення та подальшого його експлуатації. Пояснюється це тим що проходження печі штреком розслабляє гірничий масив і створює додатковий тиск на виробку. Внаслідок цього піддувається підшва та осідає покрівля. У подальшому демонтувати кріплення із такої виробки стане серйозним трудомістким процесом. Важливо відмітити той факт, що застосування поперечного перерізу виробки 7-8 м² (11-13 м²), на сам перед викликає труднощі з прокладанням комунікацій. Негативно це також впливає на процес відкату вантажів та інші допоміжні процеси. Зокрема проведення зрошувальних комунікацій та протипожежного трубопроводу відбувається шляхом встановлення труб діаметром меншим від необхідного. Автори роботи у подальших своїх працях запропонують ряд заходів на покращення виконання технології монтажно-демонтажних робіт.

Перелік посилань

1. Дичковський Р.О. (2010). Високомеханізоване виймання тонких вугільних пластів в зонах структурних змін гірського масиву Львівсько-Волинського басейну. Д.: *Національний гірничий університет*. 104 с.

<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.baztech-article-BSL9-0046-0013/content/partDownload/9cb800de-51d1-3179-891e-4fe63214435f>

2. Дичковський Р.О. (2013). Наукові засади синтезу технологій видобування вугільних пластів у слабометаморфізованих породах. *Видавництво НГУ*. 38 с

http://scihub.nmu.org.ua/handle/NMUUA_2310-8339/132

3. Дичковський Р.О., Тимошенко Є.В. (2009). До питання визначення навантажень на кріплення механізованого комплексу при високих швидкостях посування очисного вибою. *Геотехническая механика*. (81). 67-74.

<http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/32829/10-Dychkovskyy.pdf>

4. Півняк, Г.Г., Бешта, О.С., Табаченко, М.М. Самуся, В.І., Шкрабець, В.Ф., Дичковський, Р.О. та ін. (2013) Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України. *Монографія – Д.: Національний гірничий університет*, 333с.

<http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/3491>

УДК 622.271

Черняєв О.В., с.н.с. Інституту з проектування гірничих підприємств
Науковий керівник: Симоненко В.І., д.т.н, професор, професор кафедри відкритих гірничих робіт

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

ВІДНОВЛЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ НА ГРАНІТНИХ КАР'ЄРАХ УКРАЇНИ

В умовах переходу господарчих структур на нові ринкові відносини з кінця минулого століття припинили роботу багато гранітних, кам'яних та інших нерудних кар'єрів України, які на сьогодні почали відновлювати свою роботу. Це здійснюється в значно відмінних від раніше існуючих економічно-суспільних, технологічних, екологічно- та надроохоронних умов. Технологічні умови змінилися в зв'язку з використанням для розробки скельних нерудних корисних копалин нового виймально-навантажувального, транспортного, буро-вибухового та переробного обладнання. В першу чергу це застосування колісних навантажувачів для виймання роздрібнених вибухом порід і їх навантажування в автосамоскиди, а також для виймання та транспортування від вибою до місця розташування. Так як доцільність застосування колісних навантажувачів в якості транспортного обладнання, підтверджених результатами досліджень [1, 2], забезпечується на відстані до 1,1 км, то в комплексі з ними становиться необхідністю застосування в кар'єрах мобільного та напівстаціонарного дробильно-сортувального обладнання.

Екологічні і природоохоронні вимоги до гірничодобувного виробництва значно змінилися. Більшість відновлюваних нерудних кар'єрів розташовані поблизу сіл, міст, містечок та інших населених пунктів. Відстань від межі кар'єрного поля до зазначених житлових зон у більшості не перевищує 1 км. В таких умовах, наприклад, знаходяться кар'єри, що відновлюють свою роботу на Ахтовському, Софіївському, Кам'янобалківському, Мигіївському (Миколаївська обл.), Новоукраїнському та Суботцевському (Кіровоградська обл.), Дмитрівському (Донецька обл.), Дібровському і Ерастівському (Дніпропетровська обл.) та інших гранітних родовищах. Вимогами ж Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів, затверджених наказом Мінохорони здоров'я України від 19.06.1996 р. №173 (Додаток № 4, клас 1. А.), передбачається необхідність витримування санітарно-захисної зони 1500 м для підприємств по видобування руд та нерудних корисних копалин відкритим способом з використанням вибухових засобів. У цьому зв'язку, для відновлюваних кар'єрів стає актуальним їх перехід на використання нових типів промислових вибухових речовин та природоохоронних технологій проведення вибухових робіт. До таких заходів належить застосування нових вибухівок типу "Гелекс Р-200", "ГелексТ", "Україніт-ДП" та ін. в комплексі з системами неелектричного ініціювання свердловинних зарядів типу "NONEL", "Імпульс". Крім цього необхідно передбачувати інші заходи щодо зниження впливу масових вибухів на житлові зони і інші охоронні об'єкти: урахування метеорологічних умов для регулювання напрямку переміщення викидів пилу та шкідливих газів; покриття вибухових блоків (уступів) на кар'єрах захисними пристроями для зменшення розлітання кусків порід; зменшення сейсмічної дії вибуху реалізується застосуванням нових конструкцій свердловинних зарядів [2-4].

Відповідно з наведеним вище переліком вимог та обов'язковим дотриманням запроваджуваних екологоорієнтованих заходів теоретично обґрунтованою захисною зоною навколо відновлюваних кар'єрів може бути смуга шириною від 300 м до 500 м. В такому випадку не менш важливим питанням є організація введення кар'єрів у роботу або ж організація будівництва робочих площадок, капітальних та розрізних траншей і інших об'єктів кар'єру. Будівництво траншей та робочих площадок ведеться таким чином, щоб

напрямок руху кусків породи при веденні масових вибухів був в протилежну сторону від житлових забудов і охоронних об'єктів.

Під час проведення будівельних робіт з відновлення видобутку корисної копалини на кар'єрах важливою умовою є використання технологічного обладнання, яке буде також застосовуватися в основний період експлуатації. Ця умова забезпечує більш швидко окупність капітальних вкладень на придбання кар'єрного обладнання. Не менш важливим становиться термін будівництва робочих площадок, який впливає на термін прибуткового ведення гірничих робіт за рахунок виготовлення фракційного щебеню та його реалізації на етапі відновлення гірничих робіт. Слід зауважити, що при припиненні гірничих робіт в кар'єрах, як правило, були відпрацьовані всі робочі площадки, а кути нахилу бортів приведені в максимальне положення.

Відновлення гірничих робіт у кар'єрі можна вести шляхом розносу уступів на погашеному борту та нарізання там робочих площадок без проходження розкривних та підготовчих траншей на нижні горизонти. Зазначені траншеї проходяться пізніше з віднесенням витрат на гірничо-підготовчі роботи, тобто на собівартість продукції. Дослідженнями в НГУ встановлено, що в такому способі відновлювальних робіт на етапі відновлення і експлуатації (протягом 5-6 років) підтримується відстань транспортування гірничої маси до напівстаціонарного переробного дробильно-сортувального устаткування (ПДСУ) в межах 0,7-1,2 км. Потім же необхідно буде переносити ПДСУ на нове місце, так як ця відстань збільшується. При реалізації ж способу, в якому паралельно з розносом уступів на борту ведеться прохідка траншей на 1-2 нижні горизонти термін функціонування ПДСУ на одному місці, при тій же відстані транспортування, збільшується до 8-10 років, що є доцільним. Тому на відновлювальних кар'єрах рекомендується запроваджувати другий спосіб організації гірничих робіт.

Розрахунками встановлено, що на гранітних та кам'яних кар'єрах України потужністю 100-800 тис. м³/рік відновлювальні роботи за зазначеною схемою організації можна завершити на протязі 10-12 місяців при прохідці капітальної та розрізної траншей на один новий горизонт та будівництві 2-3х робочих площадок на погашених горизонтах. Збут готової продукції споживачам в цьому разі розпочнеться через 1-1,5 місяців від початку відновлення гірничих робіт [2-4].

З урахуванням викладеного можна зробити висновок про доцільність виконання відновлювальних робіт на призупинених гранітних та кам'яних кар'єрах за вищерозглянутим способом (організацією) їх здійснення.

Перелік посилань

1. Симоненко, В.И., Черняев, А.В., Мостыка, А.В. (2017). Систематизация гранитных и каменных карьеров для исследования ресурсосберегающей технологии их разработки. *Зб. наук. праць НГУ*, (27). 47-51.

2. Розробка технологічних, управлінських рішень, нормативної документації, системи екологічного моніторингу щодо природоохоронної діяльності гірничих підприємств. (2013). Звіт про НДР (заключний). Д.: Державний ВНЗ «НГУ».

3. Розробка екологобезпечних технологій ведення гірничих робіт з урахуванням потреб в ліквідації та консервації гірничодобувних підприємств. (2016). Звіт про НДР. Д.: Державний ВНЗ «НГУ».

4. Symonenko, V. Cherniaiev, O., Hrytsenko, L., (2016). Organization of non-metallic deposits development by steep excavation layers. *Mining of Mineral Deposits*, 10(4), 68-73.

УДК 622.272:622.775

Стрижаков Е.М. студент гр. 184-16-4 ГФ

Научный руководитель: Петлёваный М.В., к.т.н., доцент кафедры подземной разработки месторождений

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

ОСОБЕННОСТИ ДОБЫЧИ УРАНА МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Подземное скважинное выщелачивание – способ разработки рудных месторождений без поднятия руды на поверхность путем избирательного перевода ионов природного урана в продуктивный раствор непосредственно в недрах [1]. Данный метод осуществляется бурением скважин через урановорудные тела, подачей раствора в них, подъемом ураносодержащих растворов на поверхность и извлечением из них урана на сорбционных ионообменных установках, добавлением кислоты в маточные растворы и закачкой их снова в недра. Интенсивность процесса подземного выщелачивания зависит от доступности поверхности урановых минералов для реагента. Наиболее благоприятными являются условия, когда урановые минералы присутствуют в тонкодисперсных порошковых формах, находятся на открытых поверхностях пор и трещин. Механизм процесса выщелачивания определяется структурой и составом растворяемого минерала, характером механической связи в его кристаллической решетке, комплексом физико-химических свойств растворителя [2].

Основными преимуществами скважинного подземного выщелачивания урана, по сравнению с традиционными подземными и открытыми горными способами, являются [3]:

- возможность разработки месторождений со сложными условиями залегания и вовлечение в обработку бедных и забалансовых руд;
- снижение сроков строительства и капитальных вложений на строительство предприятия;
- высокая технологичность производства;
- повышение производительности труда по конечной продукции;
- улучшение условий труда и снижение риска;
- уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду (прежде всего атмосферу, земную поверхность).

Способ скважинного подземного выщелачивания разрабатывается с начала 1920-х годов и в настоящее время является одним из наиболее перспективных методов добычи урана и ряда других металлов (золота, меди, рения, скандия, молибдена и пр.). Уран добывается этим методом с конца 1950-х годов. В настоящее время около четверти всего урана добывается методом подземного выщелачивания. Особенно широко этот метод применяется в Казахстане, Узбекистане и США, где таким способом добывается практически весь уран. На Рисунке 1 наведена принципиальная схема подземного выщелачивания.

Месторождения урана, как правило, отрабатываемые методом скважинного подземного выщелачивания, относятся к классу экзогенных и объединяются в подгруппу «инфильтрационные» (также используется термин «месторождения зон пластового окисления»).

Добыча урановой руды в Украине представлена в Новокопачевском месторождении (Восточный ГОК в г. Желтые Воды на Днепропетровщине). Это единственное предприятие по добыче и переработке урановой руды, способное полностью обеспечить потребности атомной энергетики страны в природном уране. Главные залежи урана расположены в Кировоградском урановорудном районе. Однако проблема такая же, как и у железорудных и марганцевых месторождений: бедные руды.

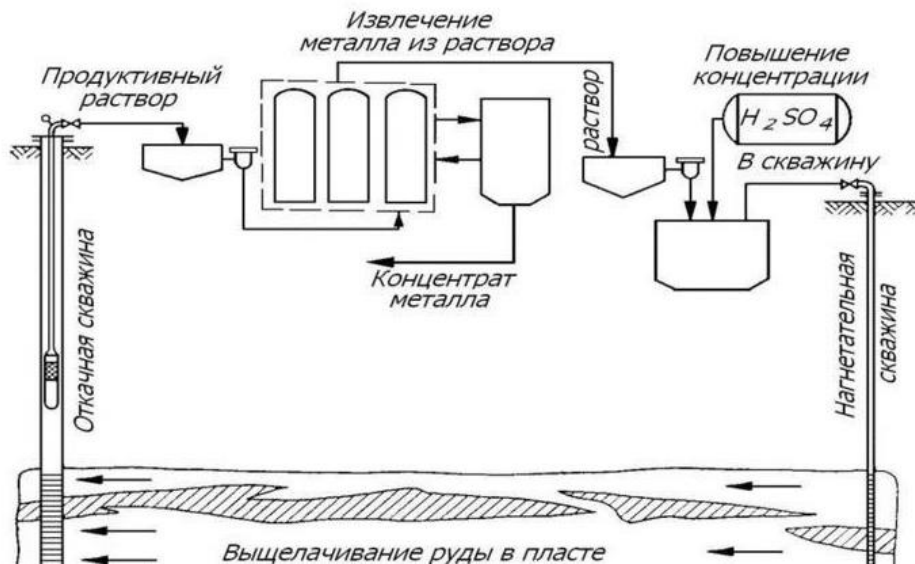


Рисунок 1 – Принципиальная схема подземного выщелачивания

Добыча урановой руды проводится, если содержание урана становится десятые и сотые доли процента (0,1% и меньше), остальное – порода.

Например, в Канаде на урановых рудниках Сигар-Лейк (Большое Медвежье озеро) среднее содержание урана 10,1% при запасах 148,5 тыс. т. Отсюда и себестоимость: их уран стоит 40 – 50 \$/кг, наш – примерно 130 \$/кг, и продать его вряд ли можно, лишь менять в России на тепловыделяющие элементы для наших АЭС [4].

В Украине, в первую очередь в стратегическом смысле, необходимо рассматривать минеральное энергетическое сырье – месторождения урановых руд, – что позволит нарастить объемы собственного производства и уменьшить зависимость от импорта. Скважинное подземное выщелачивание урановых руд месторождений Украины является новым перспективным подходом для разработки запасов бедных руд в пределах горного предприятия.

Перечень ссылок

1. Білецький В.С. (2004). *Мала гірнича енциклопедія. Т1*. Донецьк: Донбас.
2. Арнс, В.Ж. (2001). *Физико-химическая геотехнология*. Москва: Издательство Московского государственного горного университета.
3. Носков, М.Д. (2010). *Добыча урана методом скважинного подземного выщелачивания*. Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ.
4. *Природные богатства Украины: 50 г урана на тонну породы*. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.segodnya.ua/ukraine/prirodnye-bohatctva-ukrainy-50-h-urana-na-tonnu-porody.html>