

**ТОМ 1**

**ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ  
КОРИСНИХ КОПАЛИН**

Оковитая Ю.О., студент гр.ГИ-15-9с

Научный руководитель: Барташевський С.Є., к.т.н., доцент кафедри ТСТ

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

## ДИЗЕЛЬНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

**Идея:** использование модульных электростанций с газовыми двигателями для утилизации метановоздушной смеси получаемой при дегазации.

**Цель:** обеспечение энергонезависимости Украины, сбережение экологии, привлечение валюты в страну.

**Задача:** подобрать оптимальный комплект оборудования на смену импорт

Одной из наиболее серьезных проблем угольных шахт Украины их высокая газообильность. Высокое выделение метана снижает темпы ведения очистных работ, ухудшает условия труда рабочих, создает угрозу взрыва и пожара на шахте. Метан выбрасываемый с вентиляционной струей разрушает озоновый слой. Наиболее эффективным способом борьбы с метановыделением в очистных забоях является дегазация. Проведенный анализ использования дегазационного метана за рубежом и на угольных шахтах Украины показал, что наиболее перспективным направлением является когенерация – использование установок для получения электроэнергии и тепла. На шахтах Украины эти установки представлены стационарными установками поставляемых в счет платежей за снижение выбросов, т. е. фактически –по бартеру. Установки монтируются в специально построенных промышленных зданиях. Для ввода в строй этих установок нужен длительный период на строительные-монтажные и пусконаладочные работы. Нашей задачей является привлечения оборудования отечественного производителя в модульном или блочном исполнении. В основе этих когенерационных модулей зарубежного производства находится газовый двигатель(рис.1) Газовый двигатель-это двигатель внутреннего сгорания, работающий на газообразном топливе. Как правило за основу берется дизельный двигатель дооборудованный искровым зажиганием. КПД современных поршневых двигателей на метане достигает порядка 42 %.

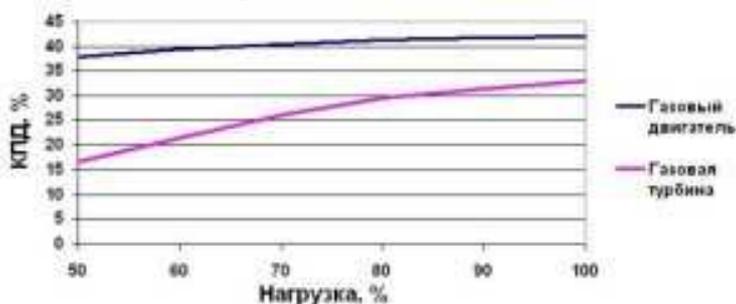


Схема 1-сравнение газовых и газотурбинных двигателей.

Их неоспоримым достоинством является широкий диапазон рабочих режимов - от 15-20% до 110% процентов номинальной мощности при пропорциональном расходе топлива.



дизельный двигатель в газовый. Добавить систему утилизации тепла. Необходимое для этого оборудование и технология освоено украинскими предприятиями.



Рисунок 2 – схема контейнерной электростанции

Газовые электростанции могут быть в исполнении блочно-модульном, контейнерном исполнении и в виде энергопоездов.



Рисунок 3 - Контейнерная электростанция



Рисунок 4 - Блочно-модульный энергоблок в контейнерном исполнении



Рисунок 4- Современный вариант этой электростанции - ЭВД-1 мощностью 1,1 МВт.

Модернизация выпускаемых дизельных электростанций для использования в качестве шахтных когенерационных установок позволит: снизить капитальные затраты и сроки их ввода в строй, обеспечить приток валюты в страну, развитие промышленного потенциала страны.

#### **Литература**

1. Вырубов Д. Н. и др. Двигатели внутреннего сгорания: теория поршневых и комбинированных двигателей. М.: Машиностроение, 1983.
2. Двигатели внутреннего сгорания. Под ред. д-ра техн. Наук, проф. В. Н. Луканина. М.: Высш. Школа., 1985.

622.324.5

Гезь А.С., студентка гр. ГРг-13-9

Научный руководитель: Федоренко Е.А. к.т.н., доц. каф. ТСТ

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

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ ГАЗА

В течение последних двадцати лет энергетическая в частности, в газовая отрасль претерпела существенные изменения. Мир быстро оценил экономические и экологические преимущества природного газа, и производители стремительно начали наращивать его добычу, совершенствовать технологии добычи и поставки. Высокие темпы роста цен на топливо в 1995-2008 гг. сделали рентабельными много новых технологий, которые позволили разрабатывать не только обычные залежи природного газа, расположенные, в основном, в нестабильных регионах планеты, но и добывать «нетрадиционный» газ из глинистых сланцевых пород, угольных пластов и плотных коллекторов, имеющих почти во всех странах мира..

Иногда выделяют также газ глубокого залегания и геологических зон под давлением.

С 2010 министерство энергетики США использует для определения газа из нетрадиционных источников термин «газ коллекторов низкой проницаемости».

Собственно сланцевый газ, метан угольных пластов, газ плотных коллекторов часто ошибочно объединяют термином «сланцевый», хотя перечисленные виды нетрадиционного газа характеризуются различными горно-геологическими условиями залегания и формирования, требуют разных методов и методик оценки, разведки, разработки, добычи и, соответственно, различных затрат на освоение(Рис.1).

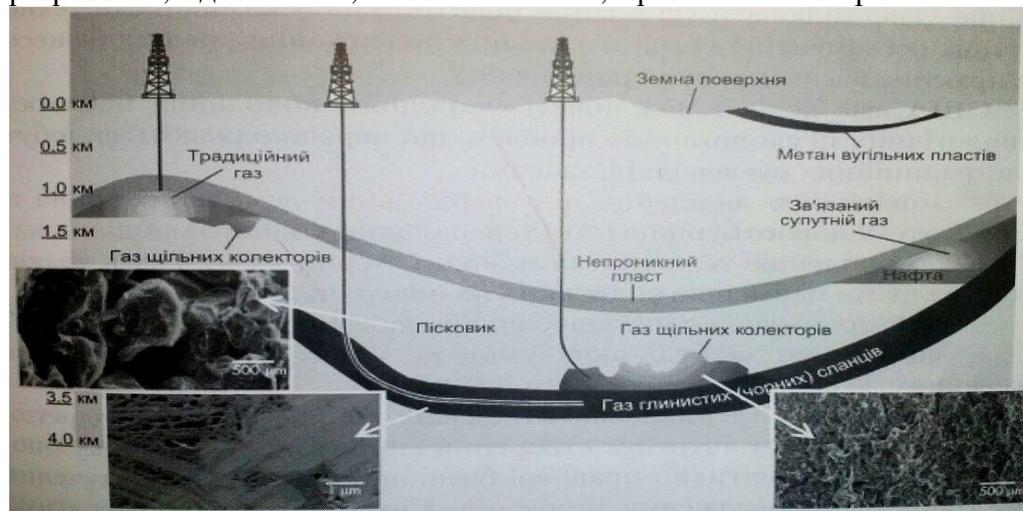


Рис.1 Прогноз потребления природного газа

Поскольку разработка залежей нетрадиционного газа до недавнего времени не вызвала серьезной заинтересованности в мире, их поиск ограничивался главным образом территорией США, которые уже доказали возможность успешного преодоления большинства технологических и экономических проблем, препятствующих добыче нетрадиционных углеводородов, благодаря:

- уменьшению выделенных под скважины земельных площадей с помощью кустового бурения (до 48 скважин с одной площадки »;
- разработке технологий глубокого бурения (до 6 км), где операции с недрами меньше воздействуют на поверхность;
- повторному использованию отработанной воды;

Поиск и освоение залежей нетрадиционного газа требует решения существенно более сложных технологических, экономических, экологических и правовых проблем по сравнению с реализацией газодобывающих проектов традиционного газа. Однако успешный опыт США показал, что данное направление энергообеспечения в условиях роста глобального спроса на энергоресурсы и постоянного увеличения себестоимости добычи традиционных видов топлива является принципиально возможным и экономически жизнеспособным в случае создания благоприятного инвестиционного климата для внедрения технических инноваций.

1. *Рябцев Г.Л.* Что газ грядущий нам готовит / Геннадий Рябцев // Терминал. – 2012. -. №37. – С. 6-9
2. *Нетрадиционный*

622.625.28

**Кротких Р.І.** студент гр. Гіт-15-5м**Науковий керівник: Денищенко О.В.,** к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій

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

### ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ШАХТНОГО ЛОКОМОТИВНОГО ТРАНСПОРТУ

При розрахунках граничної маси потягу за умовою зчеплення розрахункові значення сумарної сили усіх трьох видів опору руху  $W_c$  (від тертя, складової сили тяжіння, зміни швидкості потягу) і гранична сила тяги локомотиву по зчепленню пов'язані наступним чином

$$W_c \leq F_{cy}^{max},$$

де  $F_{cy}^{max} = m_l g \psi$ ;  $m_l$  - зчїпна маса локомотиву;  $\psi$  - коефіцієнт пропорціональності, що іменується коефіцієнтом зчеплення локомотиву, який визначається експериментально, характеризуючи момент початку зриву зчеплення однієї з привідних осей локомотиву;  $g$  - прискорення сили тяжіння.

Проф. А.А. Ренгевич за допомогою оригінальної апаратури, встановленої в спеціальному динамометричному вагоні, провів багатопараметричні дослідження режимів роботи локомотивної відкатки на шахтах Донбасу і Кривбасу [1,2]. Окрім визначення закономірностей зміни коефіцієнта зчеплення і розробки рекомендацій для практичних розрахунків, було встановлено, що навіть при незначній за величиною тяговій силі локомотиву його колеса проходять більший шлях, ніж сам потяг. Причому співвідношення пройденої довжини  $S_k$  колесами локомотиву і потягу  $S$  в різних умовах різне, і бувають випадки, що воно на практиці вимірюється навіть десятками одиниць. Таким чином, було показано, що рух в тяговому режимі без ковзання коліс неможливий.

Нижче проаналізовані способи підвищення ефективності роботи шахтного локомотивного транспорту через зниження витрати енергії на буксування.

Для виконання аналізу позначимо через  $l_{01}$  і  $l_{02}$  шлях, який проходить відповідно перша і друга осі локомотиву масою  $m_l$  на відстань переміщення потягу  $l_n$ . Різниці  $l_{01} - l_n = l_{ck01}$  і  $l_{02} - l_n = l_{ck02}$  складають відповідно шляхи ковзання осей за час  $t$ , рівний часу руху потягу, а середні швидкості ковзання осей відповідно

$$V_{ck01} = \frac{l_{ck01}}{t} \text{ и } V_{ck02} = \frac{l_{ck02}}{t}.$$

Робота  $A_{ck}$ , що витрачається на ковзання (буксування) коліс на шляху потягу  $l_n$

$$A_{ck} = m_l g f l_{ck},$$

де  $l_{ck} = \frac{l_{ck1} + l_{ck2}}{2}$ ;  $f$  - коефіцієнт тертя коліс об рейки при буксуванні;  $g$  - прискорення сили тяжіння.

Споживана при цьому потужність

$$N_{ck} = \frac{A_{ck}}{t_{ck}},$$

де  $t_{ck}$  - час ковзання, яке при постійному буксуванні дорівнює часу руху  $t$ .

Робота, яка витрачається на подолання опору руху потягу зі сталою швидкістю без буксування

$$A_{cn} = F_{cn} \cdot l_n = m_n g(w \pm i)l_n,$$

де  $m_n$  - маса потягу;  $w$  - загальний коефіцієнт опору руху потягу;  $i$  - ухил шляху у виробці.

Загальна робота, що витрачається на переміщення складу, що рухається з постійною швидкістю

$$\begin{aligned} A_{общ} &= A_{cn} + A_{ck}, \\ A_{общ} &= m_n g(w \pm i)l_n + m_l \cdot g \cdot f \cdot l_{ck}, \end{aligned}$$

де  $m_n$  - маса потягу ( $m_n = m_l + m_c$ );  $m_c$  - маса причіпної частини потягу,  $m_l$  - маса локомотиву.

Співвідношення значень роботи, що витрачається на подолання буксування  $A_{ck}$  і усіх інших опорів  $A_{cn}$  при швидкості потягу, що встановилася

$$K_{\delta} = \frac{A_{ck}}{A_{cn}} = \frac{m_l f l_{ck}}{(m_l + m_c)(w \pm i)l_n}, \quad (1)$$

де  $K_{\delta}$  - енергетичний коефіцієнт буксування, який може набувати позитивних (рух по горизонталі і вгору) і негативних (рух вниз по спуску при  $i > w$ ) значень.

Як показує вираз (1) енергетичний коефіцієнт буксування включає:

- відомі величини (позначимо їх через  $B$ )

$$B = \frac{m_l f}{b m_l (w \pm i)} = \frac{f}{b(w \pm i)},$$

де  $b$  - вагова норма потягу (число, що показує в скільки разів вага потягу перевищує вагу локомотиву); звичайні нормативи  $b = (6 \div 9)$ ;

- величини  $l_{ck}$  і  $l_n$ , (позначимо їх відношення через  $D$ ), що характеризують буксування, які визначаються експериментально по формулі

$$D = \frac{l_{ck}}{l_n}. \quad (2)$$

Тоді, енергетичний коефіцієнт набуває наступного вигляду:

$$K_{\delta} = B \cdot D.$$

Розробка і вжиття заходів по економії енергії можливі тільки після проведення у виробничих умовах вимірів буксування. Виразення (2) може бути використане в

**Література**

1. Ренгевич, А.А. Коэффициент сцепления шахтных электровозов] / А.А. Ренгевич // Вопросы рудничного транспорта. – 1961. – Вып. 5. – С. 232-247.
2. Ренгевич, А.А. Энергетический баланс рудничных электровозов А.А. Ренгевич // Вопросы рудничного транспорта. – 1961. – Вып. 5.- С. 247-257.

621.85.01

Лубенець Т.М., аспірант каф. ТСТ

Научный руководитель: Коровяка Є.А. к.т.н., доц. каф. ТСТ

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

## ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА ГОРНАХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В настоящее время на шахтах и карьерах для транспортирования основных грузов широкое применение нашли ленточные конвейеры. Эффективная эксплуатация ленточных конвейеров в ситуации энергетического кризиса, невозможна без обоснования условий эксплуатации - усилия предварительного натяжения конвейерной ленты и скорости ее движения.

Особое место в этом вопросе занимает определение тяговой способности конвейеров. Тяговая способность ленточных конвейеров реализуется трением конвейерной ленты о барабан приводной станции за счет ее прижатия под действием усилий натяжения. Она зависит от фрикционных свойств конвейерной ленты, угла обхвата, усилий натяжения ленты на приводном барабане, веса и скорости ее движения.

Тяговые расчеты ленточных конвейеров при проектировании и эксплуатации осуществляется в соответствии с действующим законом трения гибких тел, который основан на выводах Леонарда Эйлера, 1775 г. (уравнение Эйлера), со значительным запасом - до 40 % [1].

Запас тяговой способности конвейера, учитываемый коэффициентом запаса тяговой способности  $k_T$ , равняется отношению расчетного тягового усилия  $F_{н-с}$  конвейера при скольжении к его действительному значению  $F_0$ :

$$\frac{F_{н-с}}{F_0} = k_T$$

где  $F_{н-с}$  – расчетное тяговое усилие конвейера при скольжении;  $F_0$  – реализуемое тяговое усилие конвейера при сцеплении;  $k_T$  – коэффициент запаса тяговой способности конвейера.

Рассмотрим расчетную схему, рис. 1.

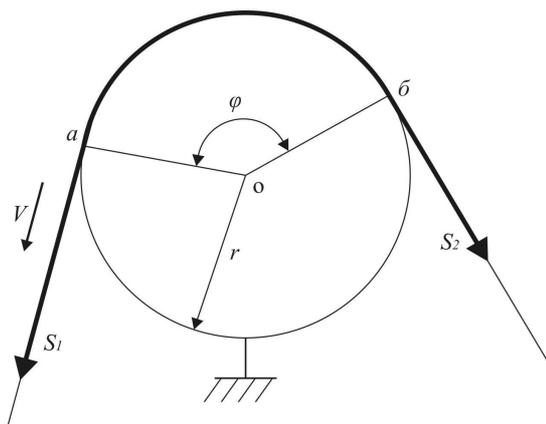


Рисунок 1 – Расчетная схема:  $S_1$ ,  $S_2$  – натяжения в сбегавшей и набегающей на блок ветвях гибкого тела;  $r$  – радиус блока;  $\varphi$  – угол обхвата блока гибким телом.

В соответствии с выводом Эйлера идеальная нить под действием приложенных к ее концам сил скользит по неподвижному блоку в направлении большей силы, превышающей другую силу на величину суммарной силы трения  $F$ , которая возникает между нитью и неподвижным блоком, а отношение большей силы к меньшей описывается уравнением:

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{f \cdot \varphi}$$

где  $S_1, S_2$  – натяжения в сбегающей и набегающей на блок ветвях гибкого тела;  $\varphi$  – угол обхвата блока гибким телом;  $f$  – коэффициент трения скольжения между гибким телом и блоком.

Откуда тяговое усилие конвейера при скольжении гибкого тела по блоку составит:

$$F_{n-c} = S_1 - S_2 = S_2 \cdot e^{\mu \cdot \varphi} - S_2 = S_2 \cdot (e^{\mu \cdot \varphi} - 1).$$

Поэтому тяговая способность машин осуществляется по минимальному натяжению в сбегающей с барабана ветви ленты  $S_{2min}$ , выбранному с запасом:

$$S_{2min} = \frac{F_0 k_T}{(e^{\mu \cdot \varphi} - 1)}$$

где  $S_{2min}$  – минимальные усилия натяжения гибкого тела в точке сбегаания.

Однако:

- Прогноз параметров трения тел по уравнению Эйлера не отвечает практике [2].
- Сила трения сцепления между телами и подавно больше силы трения скольжения, т. е. запас тяговой способности конвейера  $k_T$  может быть равным нулю.
- Уравнение Эйлера опосредованно не содержит общепризнанного фактора трения тел, установленного философами и исследователями – «нормальной реакции» между телами, а также не подтверждает ее традиционную линейную связь с «силой трения» [3].
- При расчете тяговой способности не учитываются центробежные силы конвейерной ленты, которые зависят от веса и скорости ее движения [4].

Поэтому, с 2007 г. в НГУ получены решения задачи о скольжении гибкого тела по блоку в рамках консервативной механической системы, в которой соблюдается закон сохранения механической энергии в замкнутой механической системе, с учетом закона трения твердых тел Кулона и влияния центробежных сил [3,4]. Уравнение опосредованно содержит общепризнанную «нормальную реакцию» и «силу трения», а также подтверждает их линейную связь между собой, что согласуется с представлениями о трении твердых тел:

$$F_{n-c} = S_1 - S_2 = f \cdot N = f \cdot \left( \varphi \cdot \frac{S_1 + S_2 - 2 \cdot q \cdot v^2}{2} \right).$$

где  $N$  – нормальная реакция между телами;  $v$  – скорость движения;  $q$  – линейная масса тела.

Теоретический прогноз фрикционных свойств конвейерной ленты по новому решению совпадает с экспериментом и отвечает практике. Очевидно, тяговые расчеты конвейеров должны основываться на новом решении задачи Эйлера, которое отвечает представлениям философов (Аристотель) и общепризнанным законам трения тел (Леонардо да Винчи, Амонтона и Кулона) и сохранения механической энергии, а также учитывать влияние центробежных сил гибкого тела.

Следовательно, для реализации заданного тягового усилия достаточно обеспечить необходимую нормальную силу прижатия между гибким телом и блоком (нормальную реакцию) или соответствующее суммарное усилие его натяжения:

$$N = \frac{\varphi (S_1 + S_2)}{2} \geq \frac{F_0}{\mu} \quad \text{или} \quad (S_1 + S_2) = \frac{2N}{\varphi},$$

где  $N \geq \frac{F_0}{\mu}$ .

Таким образом, новое решение задачи о скольжении по блоку гибкого тела с учетом влияния его центробежных сил способствует обоснованию рациональных условий эксплуатации ленточных конвейеров - усилия предварительного натяжения

конвейерной ленты и скорости ее движения, что повышает ресурс работы конвейерной ленты, производительность и безопасность работы, уменьшает себестоимость транспортирования.

#### **Литература**

1. Біліченко М.Я. Основи теорії та розрахунки транспортних засобів механізації переміщення вантажів шахт. Навчальний посібник / Біліченко М.Я. - Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2002. –102 с.
2. Андреев А.В. Передача трением. – М.: Машгиз, 1963. – 112 с.
3. Лубенец Н.А. Альтернативный формуле Эйлера закон реализации тягового усилия трением / Лубенец Н.А. // Науковий вісник НГУ–Д, 2008.–№ 11.- С.67–70.
4. Лубенец Н.А. Влияние центробежных сил гибкого тела на реализацию тягового усилия трением. / Лубенец Н.А., Лубенец Т.Н. // Науковий вісник НГУ, № 5. – Дніпропетровськ, 2012. – с. 28 – 33.

502:338:622.3

**Куліш С.В., Переверзєв В.В., Пилипчук Ю.О., студенти гр. ГРг-13-3**

**Науковий керівник: Мамайкін О.Р., к.т.н., доцент кафедри ПРР**

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

## **ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРОДУКТИВНЫЕ ПОТОКИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Проблемы рационального природопользования, сокращения источников загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод, восстановления нарушенных земель являются приоритетными при определении уровня природоохранной деятельности при добыче полезных ископаемых. Угледобывающие предприятия оказывают значительное влияние на окружающую природную среду, так как извлекаемые на поверхность уголь и вмещающие породы, а также продукты их переработки загрязняют атмосферу пылью, сажей и газообразными токсичными выбросами. Попутно выделяющийся метан и двуокись углерода способствуют созданию негативных явлений. Выдаваемая из шахт вода содержит большое количество солей и различных твердых примесей, загрязняющих водоприемники. Размещение породы в отвалах и подработка поверхности приводят к деградации земельных ресурсов.

При горении терриконников выделяются наиболее токсичные газообразные вещества: сернистый ангидриат, оксид углерода и сероводород. Образуются в процессах горения оксид серы (IV), взвешенные частицы, образующиеся в результате сгорания, обычно имеют размер менее 1 мкм, так что они могут легко проникать в легочные альвеолы. Содержать эти пылинки такие опасные вещества, как асбест, тяжелые металлы, мышьяк. Попадая в легкие, они вызывают не только запыленность, но и влекут за собой необратимые процессы отравления организма. Дети уже к 7 годам имеют 5 % запыленности легких. Это вызывает снижение роста, болезни сердца, заболевания центральной нервной системы, сказывается на умственных способностях. В загрязненной атмосфере, присутствуют соли, оксиды, соединения азота, серы, различные металлы и радионуклиды, алюминий, кальций, углерод, железо, калий, натрий, кремний, медь, свинец, титан и цинк, бериллий, висмут, хром, кобальт, цезий, литий, магний, никель, рубидий, селен, стронций, ванадий. Все это называется экотоксиканты - ядовитые химические загрязнители окружающей среды, способные долгое время сохраняться и накапливаться в организме человека, оказывая не него длительное токсическое воздействие. Например, количество ртути, кадмия, кобальта, мышьяка в них в санзонах терриконов в 3-8 раз превышает количество добываемых металлов. Один котлоагрегат современной ТЭЦ, работающий на угле, за год выбрасывает в атмосферу в среднем 1-1,5 т паров ртути. То же происходит и в процессе горения террикона. Тяжелые металлы сравнительно быстро накапливаются в почве и крайне медленно из нее выводятся.

Разработка целостной концепции моделирования экологических составляющих угледобычи обусловлена особенностями и высокой инерционностью отрасли, недостатками в управлении, которые имели место на протяжении весьма длительного времени. Одним из проявлений указанной сложности является отсутствие системности в управлении степенью экономичности запасов, метано-воздушными потоками, выбросами шахтной воды и породными отходами шахт и фабрик.

Результатом производственной деятельности подземного комплекса горных работ является извлечение на поверхность четырех продуктивных компонентов, которые с позиций рационального ресурсо- и природопользования могут быть рассмотрены с одной стороны, как факторы, которые могут оказывать негативное влияние на

окружающую среду. Этими компонентами являются: уголь, порода, шахтная вода и рудничный газ. Учитывая их динамический характер, целесообразно для математического описания процессов перемещения угля, породы и рудничного газа представить их в виде потоков в некоторой технологической системе преобразователей. При этом целью преобразований является получение основных и дополнительных ресурсов сырья, а также минимизация экологического ущерба.

Развитие экономической и хозяйственной самостоятельности и ответственности угледобывающих предприятий - обязательное условие становления эффективного их функционирования в рыночных отношениях. Вместе с тем, при этом возникают новые проблемы, которые необходимо самостоятельно решать предприятиям: выживание в условиях конкурентной борьбы, умение изучать запросы потребителей и ориентировать на них все аспекты производственно-хозяйственной деятельности, владеть методами изучения конкурентов и извлечения выгод, возможность самостоятельно принимать решения по всем направлениям деятельности предприятия в условиях коммерческого риска и личной ответственности за принятие ошибочных решений, переориентация методов планирования и управления на целевое и ситуационное, способность и готовность быстро реагировать на непредвиденные события.

Степаненко А.Ю., студент гр. ГИ-15-9м

Научный руководитель: Коровяка Е.А., к.т.н., доцент кафедры ТСТ

(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина)

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА В УКРАИНЕ

Для стабилизации экономической ситуации и снижения энергетической зависимости нашей страны необходимо наращивает добычу нетрадиционных видов газа, к которым относится шахтный метан и сланцевый газ.

Месторождения сланцевого газа встречаются практически на всех континентах. Его запасы хранятся в толще сланцевых осадочных пород, и хоть по отдельности они невелики, зато в совокупности весьма внушительны. Заявления экспертов о неисчерпаемых или, по крайней мере, колоссальных резервах сланцевого газа вызывают повышенный интерес у мировой общественности. По физико-химическим свойствам обработанный сланцевый газ ничем не отличается от привычного природного газа, основную часть которого составляют метан и примеси более тяжелых углеводородов – этана, пропана, бутана.

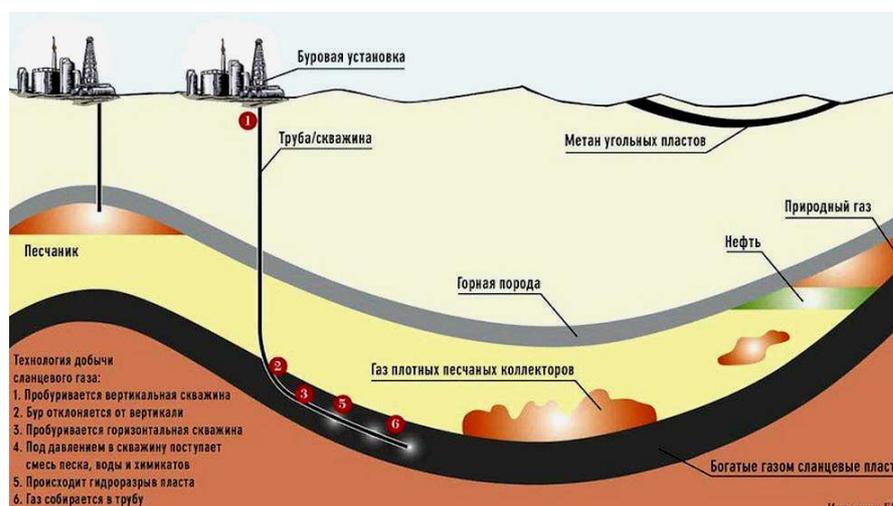


Рисунок 1 – Типы природного газа

Украина занимает третье место в Европе и тринадцатое в мире по залежам сланцевого газа. Их оценивают в 3,6 трлн кубических метров. В проекте обновленной Энергетической стратегии Украины до 2030 года запасы сланцевого газа оцениваются в 5-8 трлн. кубометров, однако существующая технология добычи позволит извлечь лишь 1,0-1,5 трлн. Согласно стратегии, добыча сланцевого газа в Украине начнется не ранее 2022 года, а к 2030 году она может достичь 6-11 млрд. кубов в год.

Технология добычи сланцевого газа основана на использовании глубинного гидроразрыва пласта (ГРП) в горизонтальных скважинах и может быть проведена в густозаселенных районах, так как происходит без потери парниковых газов. Для добычи газа используют наклонно-горизонтальное бурение, многостадийный гидроразрыв пласта и сейсмическое моделирование. ГРП предполагает бурение глубоких (1500 – 6000 м) вертикальных и горизонтальных скважин, в которые под высоким давлением закачивается специальная смесь состоящая из воды и песка (99%) и химических реагентов (1%), что приводит к разрыву сланцевых пород и интенсификации газовой выделению в скважины. Для недопущения утечки жидкости из скважины в почву или подземные воды, необходимо выполнять изоляцию пластов. Среди способов изоляции можно выделить многоколонные конструкции скважин и использование сверхпрочных материалов в процессе цементирования.

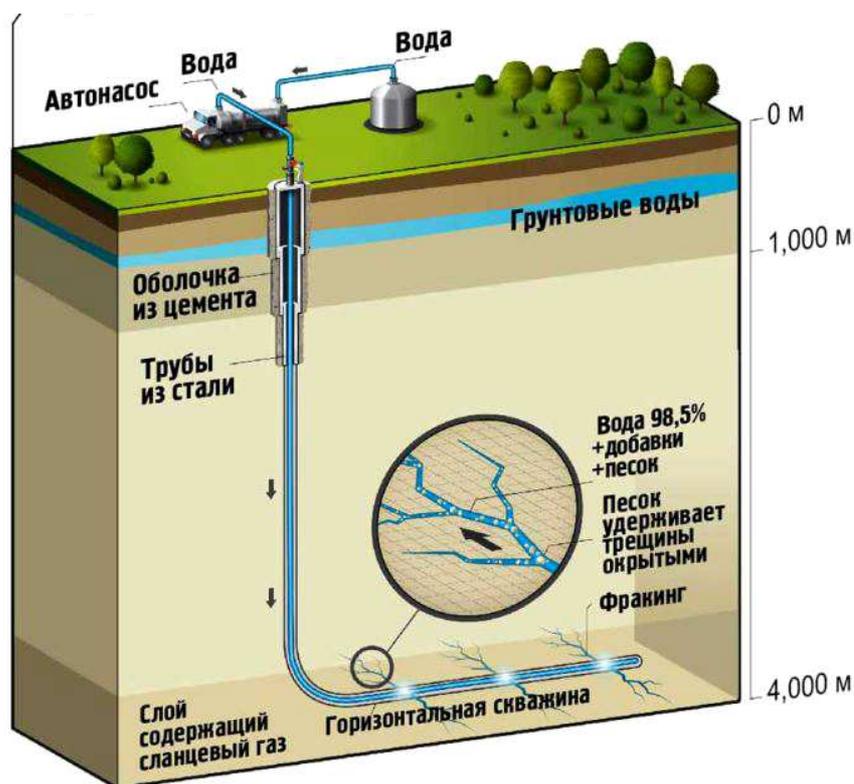


Рисунок 2 – Гидроразрыв пласта

При промышленной разработке месторождений сланцевого газа возможно возникновение ряда проблем. В частности, добыча сланцевого газа – водоемкий процесс; потенциально он может оказывать дополнительную нагрузку на водоснабжение в регионах бурения. Для одной операции гидроразрыва требуется примерно 15 млн. литров воды, при этом в каждой скважине ГРП может проводиться до 10 раз. При ГРП используется целый ряд токсичных химикатов, объем которых (равно как и необходимый объем воды) зависит от степени проницаемости породы, а значит имеется вероятность того, что эти химикаты попадут в грунтовые воды. Бурение и гидроразрыв неизбежно влияют также на ландшафт, загрязнение может затронуть почву и подпочву. К настоящему времени было зафиксировано несколько случаев возникновения сейсмической активности, связанных с операциями гидроразрыва. Среди них отмечены мини-землетрясения и содрогания земной поверхности. Их возникновение обычно связывают либо непосредственно с операцией ГРП, либо с процессом закачки жидкости разрыва в скважины. Гидроразрыв сопровождается загрязнением воздуха, отмечен повышенный уровень содержания в воздухе бензолов и других потенциально токсичных углеводородов.

Следует отметить, что многие проблемы могут быть мифами, выдуманными с целью приостановить добычу, т.к. добыча сланцевого газа является конкурентоспособной и принесет финансовые потери существующим частным компаниям и лицам, которые занимаются добычей более «грязных» источников энергии. Экологические проблемы возможны, а также существуют и при добыче традиционных источников энергии.

Разработка сланцевых месторождений газа является весьма актуальным и перспективным направлением в комплексном освоении альтернативных энергоносителей для ТЭК Украины. Решение возможных проблем, связанных с их разработкой, должно быть основано на комплексном подходе, который заключается в научном исследовании процессов добычи нетрадиционных источников энергии, разработке комплекса природоохранных мероприятий, а также обосновании и опытной отработке элементов технологии извлечения сланцевого газа.

**Христюк Ю.А., студент гр. ГРг-13-9**

**Научный руководитель: Коровяка Є.А. к.т.н., доц. каф. ТСТ**

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

## **ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНЫХ ТЕРРИКОНОВ ДОНБАССА**

В современном мире все большую значимость приобретает проблема экологической деформации территорий под воздействием антропогенного фактора. Вмешательство в природные процессы приводит к загрязнению окружающей среды. Важной экологической проблемой для Донбасса является воздействие процессов угледобычи, а именно переработка и утилизация отходов угледобывающей отрасли.

Не секрет, что горная порода, которая десятилетиями складировалась на шахтных терриконах региона, сейчас представляет собой реальную экологическую опасность, которая выражается в загрязнении атмосферы твердыми и газообразными примесями, загрязнении водоемов шламовыми водами. К тому же терриконы занимают неоправданно большие участки земли, нарушая естественный ландшафт земной поверхности, которые могли бы быть использованы в народном хозяйстве.

Установлено, что на долю угольной промышленности приходится 55-70% всех веществ, загрязняющих водоемы региона. Подземные воды при взаимодействии с терриконами сильно обогащаются взвешенными частичками, из слабощелочных становятся кислыми (рН достигает 2-3 и это происходит на 15% шахт), из пресных и солоноватых с минерализацией от 0,2 до 3 г/л превращаются в соленые с минерализацией 5-30 г/л и очень жесткие. Смываемая порода очень токсична, так как окисление пирита способствует тому, что свежотсыпанная нейтральная порода терриконов с течением времени становится сернокислой с рН 3. Серная кислота, образующаяся в результате окисления пирита, растворяет различные металлы, и они мигрируют на прилегающие территории.

В Донбассе многие из терриконов горят, что приводит к значительному изменению состава атмосферного воздуха и выпадению кислотных дождей. Из одного горящего отвала за сутки в среднем выделяется в атмосферу 4-5 т оксида углерода и от 600 до 1100 кг сернистого ангидрида, а также небольшие количества сероводорода, оксидов азота и других продуктов горения.

Все вышеизложенное указывает на актуальность и важность проблемы утилизации и использования отвальной породы, что является одним из направлений прекращения вредного воздействия терриконов на окружающую среду и восстановления ландшафтов. Так, специалисты института «Донгипрошахт», считают, что самое реальное будущее донецких породных отвалов – это их разборка, а на освобожденных территориях построить объекты городской инфраструктуры.

Исследования горелых пород угольных бассейнов стран СНГ, проведенные институтом ВНИИОМПромжилстрой (г. Киев), показали возможность их использования при производстве местных вяжущих, песка и щебня, а институтом ЦНИИС (г. Москва) определена номенклатура изделий, которые могут быть изготовлены на основе горелопородного заполнителя: лотковые элементы, элементы заборов, фасадная плитка, перегородки и другие изделия. При этом стоимость изделий на основе горелопородного сырья не превышает 30...50% стоимости таких же изделий из обычного бетона, кирпича или дерева.

Молотую горелую породу можно использовать взамен части портландцемента, при производстве пуццоланового цемента или в качестве пуццолановой добавки к бетонным смесям.

Однако, можно использовать только хорошо перегоревшую породу, что значительно ограничивает объемы ее утилизации, так как, в пределах одного террикона степень обжигания породы крайне неоднородна. В литературе практически отсутствуют

сведения о влиянии содержания различных вредных примесей в отвальных породах (сернистые соединения, глина, несгоревшие мольные частицы) на свойства вяжущих на их основе.

Среди существующих вариантов утилизации породы шахтных терриконов и отвалов углеобогатительных фабрик наиболее перспективными являются:

- получение глинозема, в качестве сырья для выплавки алюминия;
- производство кирпича, строительных плит перекрытия, стальных панелей, лестничных маршей, лифтовых шахт и т.д.;
- производство углеудобрений;
- получение вторичного топливного ресурса по известной технологии производства окускованного топлива для бытовых нужд (установки ХОТ-3);
- использование в качестве балансирующего материала при строительстве дорог.

Следует отметить, что породная масса отвалов шахт может содержать до 46 % угля, до 15 % глиноземов (сырье для получения алюминия и силумина) и до 20 % оксидов кремния и железа. По данным госпредприятия «Укргеология», содержание редкоземельных элементов в одной тонне породы достигает: германия - 55 граммов, скандия - 20 граммов, галлия - 100 граммов. Эти элементы целесообразно извлекать, начиная с 10 граммов на тонну. Общее же количество редкоземельных элементов в отвалах составляет около 230-260 граммов на тонну, получение которых для Украины будет экономически выгодным, тем более что в настоящее время многие из минеральных ресурсов уже исчерпаны, что является одной из глобальных проблем. Поэтому именно сейчас актуально рассматривать отходы горного производства, как альтернативный вариант пополнения природных ресурсов.

Кроме того, переработка терриконов не только стабилизирует экологическую ситуацию в целом, но и позволяет получить угольный концентрат, который можно использовать в производственных процессах. Из отработанной руды вполне реально добывать ценнейшие химические элементы - галлий, иттрий и даже цирконий.

Особое место среди направлений утилизации породных отвалов угольных шахт занимают проекты совместного осуществления (ПСО) с использованием механизмов Киотского протокола. Первый такой проект в Украине и мире был запущен в 2008 году в Снежном. Специально для его внедрения была разработана совершенно новая, уникальная методика оценки объемов сокращений выбросов парниковых газов применительно к утилизации терриконов Донбасса, одобренная международным Комитетом по надзору над ПСО при Рамочной конвенции ООН по изменению климата.

Также вызывают огромный интерес проекты, по которым на базе закрывающихся шахт могут быть построены мини-заводы по извлечению из терриконов стратегически важных алюминия, германия, скандия, галлия, иттрия и даже циркония. С помощью этой технологии может решиться целый комплекс проблем: экологических (шахтные поселки построены под терриконами), социальных (шахтеры будут трудоустроены), земельных (территории высвободятся под застройку).

Таки образом, отходы добычи природных ресурсов и остатки сырья, не использованного в процессе изготовления основной продукции, не всегда полностью теряют народнохозяйственную значимость и зачастую тоже могут быть использованы в качестве сырья для производства той или иной продукции.

### **Литература**

1. [http://terrikon.donbass.name/ter\\_s/page/7/](http://terrikon.donbass.name/ter_s/page/7/)
2. [http://terrikon.donbass.name/ter\\_s/347-pererabotka-terrikonov-aktualnost-ne-snizhaetsya.html](http://terrikon.donbass.name/ter_s/347-pererabotka-terrikonov-aktualnost-ne-snizhaetsya.html)
3. <http://uran.donetsk.ua/~masters/2012/feht/nitcyuk/library/article8.htm>
4. <http://mungaz.net/main/3969-v-doneckih-terrikonah-mnogo-cennyh-elementov.html>
5. <http://visitdonetsk.info/chto-posetit/donetskie-terrikony.html>

622.324.5: 662.767.1

Семигодова Ю. А., студент гр. ГРгс-14-1,4

Научный руководитель: Питльований М.В. доц., кафедри ПРР

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

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШАХТНОГО МЕТАНУ НА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

**Актуальність.** В Україні каптирование (улавливание) и использование шахтного метана угольными предприятиями может существенно сократить объемы его выделения в атмосферу. В 2012 г. в результате работы угольных предприятий Украины выделилось 1,2 млрд. м<sup>3</sup> метана, из этого объема только 130 млн. м<sup>3</sup> улавливается, что составляет 15% [1]. Указанное количество выделившегося метана эквивалентна 10 млрд. кВт·ч, что превышает расход электроэнергии всеми горнодобывающими предприятиями Украины [2]. Это свидетельствует о том, что в недрах Украины сосредоточен мощный потенциал энергии, который при высоком уровне научных исследований и капитальных вложений в бизнес-планы может быть вполне в значительной мере воплощен в реальность.

С точки зрения безопасности и охраны труда добыча и использование метана позволит сократить число аварий, травм и несчастных случаев в угольной промышленности. Поэтому использование шахтного метана является важным и актуальным вопросом для Украины, которая обладает большими запасами, а его эффективное использование будет способствовать повышению энергетической безопасности страны, снижению выбросов в атмосферу и улучшению условий труда шахтеров.

**Основная часть.** В настоящей статье рассматривается опыт использования шахтного метана в условиях ш. Самсоновская- Западная. Шахта расположена в Луганской области с размерами шахтного поля по простиранию 13 км, по падению 3,6 км. Промышленная угленосность шахтного поля характеризуется наличием 3 рабочих пластов  $k_2^H$ ,  $l_3$ ,  $l_3^6$ , в которых сосредоточены основные промышленные запасы угля. Мощность пластов колеблется от 0,87 до 1,5 м с углами падения 5 – 20°, угли марок ГЖ и Ж, пригодные для коксования. Вмещающие породы, принятых к отработке пластов, представлены чередованием известняков, песчаников, алевролитов, аргиллитов с крепостью по шкале проф. Протодяконова  $f = 5 - 6$ . Шахта является сверхкатегорийной по газовому фактору, опасной по внезапным выбросам и взрыву угольной пыли. Метанообильность пластов  $k_2^H$ ,  $l_3$  максимальная на площади первоочередной отработки и достигает 28,4 и 27 м<sup>3</sup>/т соответственно. Вмещающие породы представляют собой дополнительный источник выделения метана в горной выработке, наиболее метаноопасным является песчаник пласта  $k_2^H$  газовыделение из которого может достигать 5,0 – 6,5 м<sup>3</sup>/т породы. Газовыделение из песчаника  $l_3$  в зоне повышенной трещиноватости вблизи нарушений флексур может достигать также 5 – 6 м<sup>3</sup>/т. Пласты не опасны по горным ударам. Схема подготовки шахтного поля – панельная, система разработки – столбовая с обратным ходом отработки. Проектная мощность шахты 1,5 млн. т. Балансовые запасы по основным рабочим пластам составляют 153 млн. т. Так как шахта является сверхкатегорийной, то проводится дегазация с попутным добыванием метана при помощи дегазационной сети трубопроводов и вакуумной насосной станцией. Бурение скважин производится как подземным, так и поверхностным способом.

Решение попутной добычи газа метана при помощи действующей на шахте дегазационной системы было принято в 2008 г. По проекту предусматривалась установка вакуум-насосной станции ВНС, модернизирование котельной установки,

газопроводов, скважин, а также регулирующей запорной и предохранительной аппаратуры, включающей средства контроля и управления.

На шахте принята классическая схема дегазационной системы [3]: устья скважин с помощью отрезков трубопроводов подсоединяются к участковым трубопроводам, которые, в свою очередь, соединены с магистральным трубопроводом, транспортирующим метановоздушную смесь к вакуум-насосам. Скважинные и участковые трубопроводы имеют запорную арматуру и штуцера для отбора газовых проб и контроля температуры, давления и расхода газовой смеси. Анализ технологии дегазационной системы шахты позволил обобщить ее параметры, которые сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Технологические параметры дегазационной системы шахты

№ п/п	Показатель	Величина
<i>Подземное бурение</i>		
1	Дегазируемый спутник	$k_2^6$
2	Направление бурения скважин	позади забоя (40 м)
3	Угол разворота скважины от оси штрека, град (зависит от геологических условий залегания пласта)	60
4	Угол наклона скважины к горизонту, град (зависит от геологических условий залегания пласта)	45
5	Тип бурильной установки	НКР
6	Длина скважины, м	70 – 90
7	Глубина герметизации, м	10
8	Диаметр скважины, мм	76
9	Расстояние между скважинами, м	20 – 40
<i>Поверхностное бурение</i>		
10	Направление бурения скважин	впереди забоя
11	Глубина скважины, м	900
12	Диаметр скважины, м	100
13	Расстояние между скважинами, м	200

Шахта при помощи подземной дегазационной сети трубопроводов добывает 14400 м<sup>3</sup> чистого метана в сутки, что сокращает затраты на отопление хозяйственных объектов шахты на 50 %. Недостатком технологии дегазации является то, что в настоящий момент при поверхностной дегазации выделяемый метан выбрасывается в атмосферу без последующего использования. Актуальным является установка когенерационной системы на поверхности, что позволит производить электроэнергию на шахте, а также значительно снизить выбросы в атмосферу.

Следует отметить также, что длина подземных дегазационных скважин на шахтах Украины колеблется в пределах 50 – 100 м, в то время как в зарубежных странах имеется значительный опыт применения скважин длиной 100-250 м. При незначительной длине скважин снижается эффективность дегазации, что не позволяет увеличить нагрузки на очистной забой.

В связи с тем, что недостаточно развит технический прогресс, недостаточно инвестиций и капиталовложений в Украине добыча и использование метана ведётся подземным способом, а из скважин поверхностного бурения выбрасывается в атмосферу.

**Выводы:**

- использование шахтного метана на угольных шахтах позволит повысить уровень энергетической независимости Украины и уменьшить выбросы метана в атмосферу;
- шахта Самсоновская-Западная при помощи подземной дегазационной сети трубопроводов утилизирует до 30 % выделяемой метановоздушной смеси, что сокращает затраты на отопление хозяйственных объектов шахты до 50 %;
- для комплексного использования метановоздушной смеси необходимо устанавливать когенерационные установки, что позволит угольным шахтам производить собственную электроэнергию;
- рекомендуется на шахтах Украины увеличить длину подземных дегазационных скважин в 2-2,5 раза, что возможно вложением дополнительных инвестиций на приобретение современного оборудования в дегазационные проекты угольных шахт. Это также позволит увеличить нагрузку на очистной забой по газовому фактору.

**Литература**

1. <http://zavantag.com/docs/index-16852170.html?page=5>
2. Тайлаков О.В. Повышение энергоэффективности угольных шахт на основе утилизации метана / О.В. Тайлаков, Д.Н. Застрелов // Горный информационно – аналитический бюллетень, №8. – 2004. – с. 319 – 321.
3. Айруни А.Т. Теория и практика борьбы с рудничными газами на больших глубинах. - М.: Недра, 1981. – 335 с.

621.865

**Березовский А.И., студент гр. ГИТ-15-6с**

**Научный руководитель: Яворский А.В., к.т.н., доцент кафедры ПРМ**

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

## ДОБЫЧА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ

**В статье описан опыт добычи железной руды с использованием самосвалов-роботов на карьерах компании Rio Tinto**

Австралийско-британский концерн Rio Tinto - третья по величине в мире транснациональная горно-металлургическая компания запустила программу “рудник будущего”. Пока Google и другие компании работают над своими прототипами машин-роботов, роботизированные автономные 200-тонные карьерные самосвалы фирмы Komatsu в тяжелых условиях эксплуатации уже проехали 4 млн. километров и перевезли 200 млн. тонн руды. Гигантские роботы-самосвалы, имеющие размеры: 8 метров в ширину и длину 15,5 метров, являются частью автоматизированной системы Autonomous Hauling System.



Рисунок 1 – Роботизированный карьерный самосвал Komatsu

Следует заметить, что с начала момента эксплуатации системы Autonomous Hauling System, грузовиками-роботами перемещено более 100 миллионов тонн груза.

В конструкции грузовиков-роботов использована большая часть технологий, которые сейчас применяются для управления военными беспилотными летательными аппаратами. Грузовики перемещаются в пределах карьеров и горных выработок абсолютно самостоятельно, используя для навигации данные системы GPS и данные с различных датчиков, которые позволяют им обнаруживать препятствия и избегать столкновений. Но самым интересным является тот факт, что управление грузовиками, работающими в карьере Pilbara может осуществляться из центра, располагающегося в Рио Тинто в Перте, удаленного от места работ на расстояние почти 1500 километров.

Обеспечение коммуникаций между системами управления грузовиков с центром управления используется система спутниковой связи SatNav и системы беспроводной радиосвязи. Компьютеры, установленные в центре управления, контролируют все движение самосвалов-роботов, не давая им сблизиться на расстояние менее 50 метров. Операторы центра управления имеют возможность изменить очередность, маршруты движения грузовиков и полностью остановить их движение в случае возникновения какой-либо непредвиденной ситуации.

Несмотря на то, что грузовики работают абсолютно в автономном режиме, в местах проведения горных работ находится еще достаточно много людей, рабочих, операторов добывающей и погрузочной техники, для которых работы являются источником повышенной опасности. Для уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций с участием роботов-грузовиков на всей территории и на самих грузовиках установлены кнопки, нажатие на которые приводит к полной моментальной остановке всех автомобилей-роботов.

Следует отметить, что “рудник будущего” не ограничивается только самосвалами-роботами. В карьере применяются: автоматические буровые-закладчики взрывчатки, системы мониторинга и контроля над процессами сортировки руды, а сейчас к программе автоматизации присоединилась железная дорога протяжённостью 1500 км с автономными составами без машинистов. В целом, эти инновации позволили увеличить добычу руды, одновременно сэкономив компании 900 работников и существенно улучшить условия труда сотням других. Стоит отметить, что на каждый самосвал требовалось 4-5 водителей с зарплатой более 100000 долларов в год, а машинист получал 240000 долларов. Программа не останавливается на достигнутом — расширяется количество роботов-самосвалов, что в конечном счёте приведёт к снижению стоимости технологии и её распространению и на другие шахты по всему миру.

#### **Выводы:**

Управление горнодобывающими роботами имеет принципиальные особенности, связанные с их перемещением в ограниченном пространстве и с непредвиденным изменением окружающей среды. Оценка целесообразности роботизации горных работ по соотношению затрат живого и овеществленного труда позволит определить границу целесообразности замены людей роботами.

#### **Литература**

1. Конюх В.Л. Особенности управления подземными роботами/ РАН /Автометрия.- 2007.-том 43.- №б.- с. 116-127.
2. <http://www.riotinto.com/ironore/mine-of-the-future-9603.aspx>

622.281.742

**Затравкіна О.М., студент гр. ГРг-13-5**

**Научний керівник: Лапко В.В. асистент кафедри. ПРР**

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

## **ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДВОРІВНЕВОГО АНКЕРНОГО КРІПЛЕННЯ НА ШАХТАХ ТОВ «ДТЕК ЕНЕРГО»**

Вугільна галузь України отримала пріоритетний розвиток у західній частині Донецького вугледобувного басейну й, відповідно до енергетичної стратегії України, роль Західного Донбасу в перспективі, як головного вугільного басейну країни, буде зростати. Успішне рішення завдання підвищення ефективності роботи шахт у сучасних умовах багато в чому залежить від техніко-технологічного рівня гірничо-підготовчих робіт.

Проблема своєчасної підготовки й відтворення очисного фронту постійно існувала на більшості вугледобувних підприємств Західного Донбасу. Найбільше гостро ця проблема позначилася в цей час у зв'язку зі створенням високопродуктивних очисних вибоїв, добовий видобуток з яких уже сягає 3 – 5 тис. т.

Незважаючи на значні досягнення в області переходу від матеріалоємного рамного кріплення до анкерного, на шахтах Західного Донбасу значну частину ( $\approx 30\%$ ) підготовчих виробок кріплять або підсилюють рамним кріпленням і стояками. Це відноситься, насамперед, до складних умов підтримання виробок, особливо в зоні впливу очисних робіт, на сполученнях з лавою.

Внаслідок мінливості властивостей середовища й проявів гірського тиску, стандартне анкерне сталеполімерне кріплення не може гарантувати в складних умовах безпеку ведення робіт.

Як показує закордонний і вітчизняний досвід, у складних умовах підтримання виробок для посилення стандартного анкерного кріплення успішно застосовують вторинне анкерне кріплення з використанням анкерів глибокого закладення з високою несучою здатністю. Застосування канатних анкерів для посилення стандартного анкерного кріплення може забезпечити безпеку робіт і необхідні параметри виробок на весь термін їх підтримання [1].

Навіть при наявності довгих очисних вибоїв і виїмкових полів проведення двох дільничних контурних виробок є досить складним технічним і технологічним завданням, вирішення якого вимагає чималих витрат, інвестицій і запасу часу. У зв'язку з цим на шахтах ТОВ «ДТЕК Енерго» стратегічним напрямом розвитку гірничих робіт є повторне використання виїмкових виробок.

У цей час ніхто з фахівців не бере під сумнів відоме ствердження, що забезпечення стійкості дільничних виробок й особливо їх перехід на повторне використання можливі тільки на основі застосування рамно-анкерної технології кріплення [2].

Однак процес переходу на цю технологію досить складний як при проектуванні, так й у реалізації, і вимагає суттєвого підвищення культури проведення гірничих робіт.

Комбіноване рамно-анкерне кріплення є найбільш універсальним видом кріплення. Воно застосовується у широкому діапазоні гірничо-геологічних умов і практично не має обмежень щодо типів і призначення виробок, терміну служби, форми перерізу й видів розташування у гірському масиві.

З огляду на це, компанія ТОВ «ДТЕК Енерго» в 2013 – 2014 рр. здійснила потужний технологічний ривок з впровадження технології дворівневого рамно-анкерного кріплення на своїх вугледобувних підприємствах.

Як ефективно діючий елемент підтримання сполучень лав з конвеєрними штреками, що повторно використовуються, застосовуються канатні анкери «другого

рівня» довжиною від 6 до 8 м. Вони встановлюються практично вертикально в покрівлю з боку діючої лави під прямолінійну ділянку спецпрофілю. Це дозволяє прибрати з виробки гідравлічне посилююче кріплення сполучення та ремонтини й безпечно робити зняття-установку ніжки аркового кріплення.

Завдяки комплексу технологічних заходів, оснований на застосуванні дворівневого рамно-анкерного кріплення, частка лав з повторним використанням на шахтах ТОВ «ДТЕК Енерго» перевищила 70%, річна економія від зниження обсягів проведення склала більше 300 млн грн, а потреба в інвестиціях на прохідницьке устаткування зменшилася приблизно на 250 млн грн [3].

#### **Література**

1. Лапко В.В. Особливості використання канатних анкерів при підтриманні виїмкових виробок на шахтах Західного Донбасу / В.В. Лапко, В.В. Фомичов // Науковий вісник НГУ. – 2013. – №5. – С. 31 – 36.
2. Smirnov A. Main directions in roof bolting technology development at DTEK mines / A. Smirnov, V. Pilyugin // Progressive technology of coal, coalbed methane, and ores mining. – The Netherlands: CRC Press/Balkema, 2014. – P. 1 – 4.
3. Смирнов А.В. Эволюция современных систем разработки тонких пологих угольных пластов длинными очистными забоями / А.В. Смирнов, В.И. Пилюгин // Розробка родовищ: щорічний наук.-техн. зб. – Д.: Літограф, 2015. – С. 7 – 14.

**Негода А.В., студент гр.ГИ-15-9с**

**Научный руководитель: Барташевський С.Є., к.т.н., доцент кафедри ТСТ**

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

## **ТУРБІННІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

Идея: использование ГТУ для утилизации метановоздушной смеси получаемой при дегазации.

Цель: повысить ТЭП работы шахты, обеспечение энергонезависимости Украины, сбережение экологии, привлечение валюты в страну.

Задача: подобрать замену к импортным когенерационным установкам с газовым двигателем.

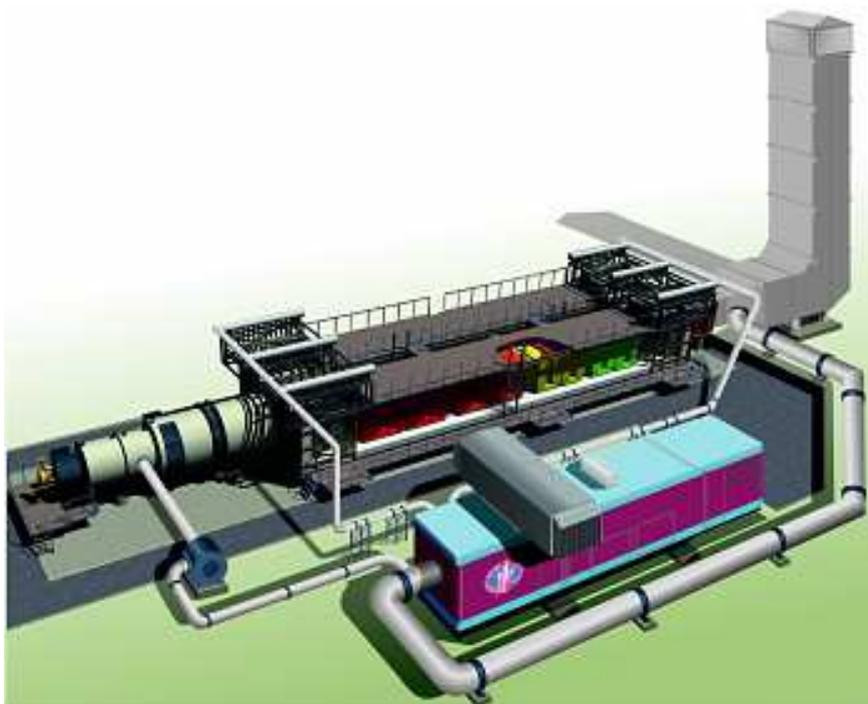
Поскольку Украина находится в сложной экономической ситуации необходимо повысить полноту энергетических ресурсов и развивать собственные перспективные установки и загружать заказами собственную промышленность.

Проблема использования метано-воздушных смесей от дегазационных систем состоит в непрерывно изменяющейся процентной концентрации метана в смеси и ее объемов. Предельное содержание метана в трубопроводе по ПБ до 3,5% или свыше 25%, минимальная Концентрация для использования в когенерационных установках (КГУ)-25%.

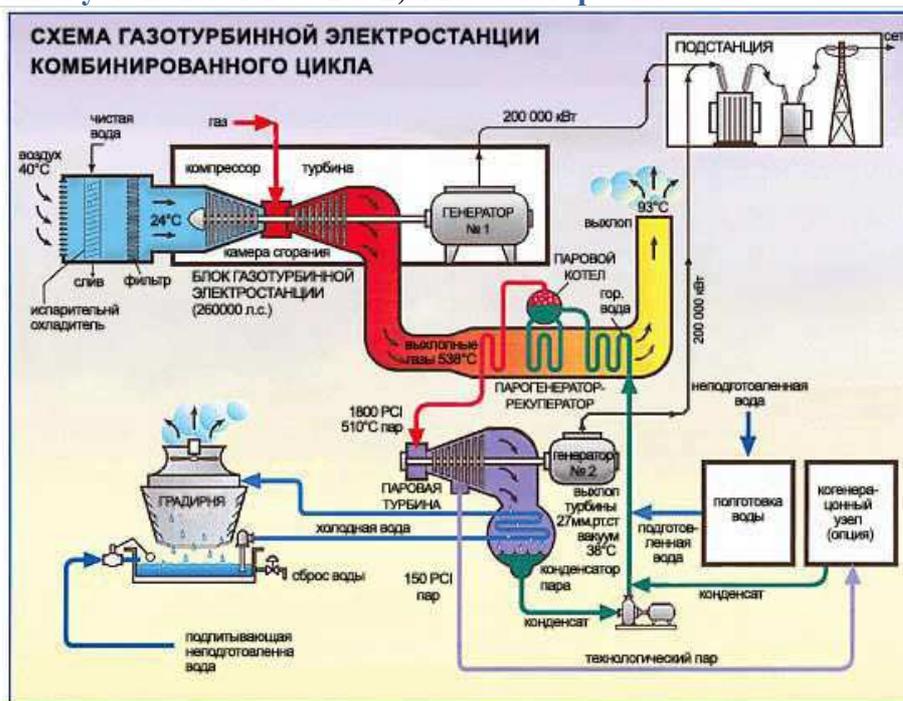
Существующие КГУ представлены стационарными установками с газовыми двигателями смонтированными в промышленных зданиях. Поставляются они в счет платежей за снижение выбросов парниковых газов.

Украинские предприятия освоили выпуск Газотурбинных электростанций и когенерационных установок на их основе.

Газотурбинная электростанция способна отдавать потребителю значительное количество тепловой энергии - с коэффициентом ~ 1:2 по отношению к электрической мощности. Газотурбинная электростанция - тепловая электростанция, в которой в качестве привода электрического генератора используется газовая турбина. Одним из мировых лидеров по их производству является завод «Мотор-Сич» [1]. Он выпускает газотурбинные электростанции и КГУ в контейнерном и модульном исполнении и на полуприцепе, что позволяет существенно снизить капитальные затраты и сроки их ввода в эксплуатацию. Газотурбинные электростанции, работающие по одноконтурной схеме имеют КПД 20-25%, [2] цена установленного кВт таких станций примерно 50% стоимости установленного кВт современной ТЭС. Двухконтурные, с утилизацией тепла отходящих газов и паровой турбиной-утилизатором имеют КПД до 75%, а в когенерационном режиме – до 93%.



Когенераційна установка ГТЭУВС-2,5МС «Мотор-Сич»

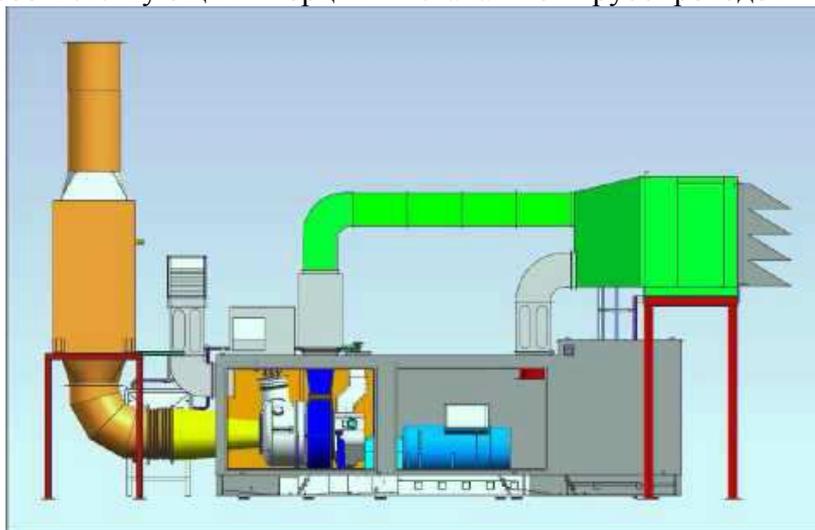


### Схема газотурбинной электростанции комбинированного цикла

Газотурбинные электростанции имеют, высокую степень автоматизации и дистанционное управление. Пуск станции и приём нагрузки, а также работа вспомогательного оборудования (например, пополнение топливных и масляных баков) автоматизируются, что позволяет управлять сразу несколькими удаленными электростанциями с одного диспетчерского пункта при помощи современных систем связи. В среднем, длительность работы основных узлов без капитального ремонта составляет до 100-130 тыс. часов. Текущее обслуживание и ремонт возможно организовать мобильными бригадам, без непрерывного присутствия персонала на объекте.

Существенным недостатком ГТУ является резкое падение КПД при снижении нагрузки. В связи с этим необходимо оборудовать на шахте газгольдер для

снижения неравномерности объемов поступления метано-воздушной смеси. Падение процентной концентрации метана в смеси может быть нейтрализовано впрыском соответствующих порций метана из трубопроводов сети НАК



«Нафтогаз».

**Схема одноконтурной газотурбинной установки когенеративного типа**



**Рис. Передвижная автоматизированная газотурбинная электростанция ЭГ-2500Г-Т10500**

Выводы: Использование блочно-модульных КГУ на базе газотурбинных двигателей позволит: оперативно повысить выработку электроэнергии, улучшить технико-экономические показатели работы шахты, улучшить экологическую ситуацию, дать толчок развитию Украинского машиностроения, обеспечить приток валюты в страну, за счет платежей по Киотскому протоколу.

#### Литература

1. [<http://www.motorsich.com/rus/products/land/gteuvc-2.5ms/>]
2. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Под ред. С.В. Цанева - М.: Издательство МЭИ, 2002. - 584 с., ил.

УДК 622.3

Судоплатов В.А., Гоготов Д.К., студенти гр. ГРГ-14-5

Научный руководитель: Яворский А.В., к.т.н., доцент кафедры ПРМ

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

### АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ УРАНА

В статье проведен анализ существующих и перспективных технологий добычи урана. Произведен анализ объемов производства урана в мире.

Количество урана в земной коре примерно в 1000 раз превосходит количество золота, в 30 раз - серебра, при этом данный показатель приблизительно равен аналогичному показателю у свинца и цинка. Немалая часть урана рассеяна в почвах, горных породах и морской воде. Только относительно небольшая часть концентрируется в месторождениях, где содержание данного элемента в сотни раз превышает его среднее содержание в земной коре. Разведанные мировые запасы урана в месторождениях составляют около 5,4 млн. тонн.

Самыми богатыми странами по запасам урана являются: Австралия, Казахстан, Россия, Канада, Нигер, ЮАР, Бразилия, Намибия, США, Китай и Украина.

В таблице 1 приведены данные по производству урана в мире.

Таблица 1

Производство урана в мире по данным WNA (World Nuclear Association) 2012-2013 гг. (тонн).

№	Страна	2013	%	2012	%
1	 Казахстан	22574	37,85%	21317	36,51%
2	 Канада	9332	15,65%	8999	15,41%
3	 Австралия	6350	10,65%	6991	11,97%
4	 Нигер	4528	7,59%	4667	7,99%
5	 Намибия	4315	7,24%	4495	7,70%
6	 Россия	3135	5,26%	2872	4,92%
7	 Узбекистан	2400	4,02%	2400	4,11%
8	 США	1835	3,08%	1596	2,73%
9	 КНР	1450	2,43%	1500	2,57%
10	 Малави	1132	1,90%	1101	1,89%
11	 Украина	1075	1,80%	960	1,64%
12	 ЮАР	540	0,91%	465	0,80%
13	 Индия	400	0,67%	385	0,66%
14	 Чехия	225	0,38%	228	0,39%
15	 Бразилия	198	0,33%	231	0,40%
16	 Румыния	80	0,13%	90	0,15%
17	 Пакистан	41	0,07%	45	0,08%
18	 Германия	27	0,05%	50	0,09%
19	 Франция	0	0,00%	3	0,01%
	Всего	59637	100,00%	58394	100,00%

Уран - стратегически важное сырье для Украины, и обеспечение стабильности его добычи является задачей государственного масштаба.

Наряду с тем, что Украина богата на урановые руды, содержание вещества в них низкое, кроме того они отличаются высокой энергоемкостью производства.

Основным предприятием по добыче урана в Украине является ГП «Восточный горно-обогатительный комбинат», расположенный в городе Жёлтые Воды.

ГП «Восточный горно-обогатительный комбинат» (Восточный ГОК) — предприятие по добыче и переработке урановой руды, способное полностью обеспечить потребности атомной энергетики государства в природном уране. ВостГОК является крупнейшим на Украине производителем серной кислоты: технической и улучшенной.

В комбинат входят три шахты, которые добывают уран подземным способом: шахта «Ингульская», шахта «Смолинская» и шахта «Новоконстантиновская».

На комбинате применяются камерные системы разработки с отбойкой руды из подэтажных штреков с закладкой и использованием на проходческих и очистных работах буровзрывного способа отбойки [1].

Необходимость скорейшего обеспечения потребности АЭС Украины в урановом сырье требует разработки небольших по запасам и капитальным вложениям гидрогенных месторождений песчаникового типа способом подземного выщелачивания (СПВ). Опыт применения этой технологии на Девладовском месторождении (годы отработки 1962 – 1982) свидетельствует о более низкой себестоимости добычи урана и небольших капитальных вложениях. На этом месторождении применялась сернокислотная, так называемая, «твердая» технология выщелачивания. Образовался ореол загрязнения площадью 1,2 млн.м<sup>2</sup>. Этот ореол, содержащий сульфат-ион и другие загрязняющие вещества, по прогнозам самоочистится к 2130 г. [2].

Технология скважинного подземного выщелачивания активно применяется в России, Австралии, Казахстане, США и других странах мира.

Одним из перспективных направлений – является добыча урана из морской воды. Американские ученые заявили о разработке новой технологии получения урана из морской воды.

Группа ученых из университета северной Каролины (США), разработала сетку металлоорганического типа для сбора урана, частицы которого растворены в морской воде.

До настоящего времени наиболее эффективной технологией извлечения урана из морской воды являлось применение синтетических волокон с нанесенными на поверхность веществами, которые связывают уран. Металлоорганическая сетка оказалась намного эффективнее своих предшественников и уловила в четыре раза больше урана.

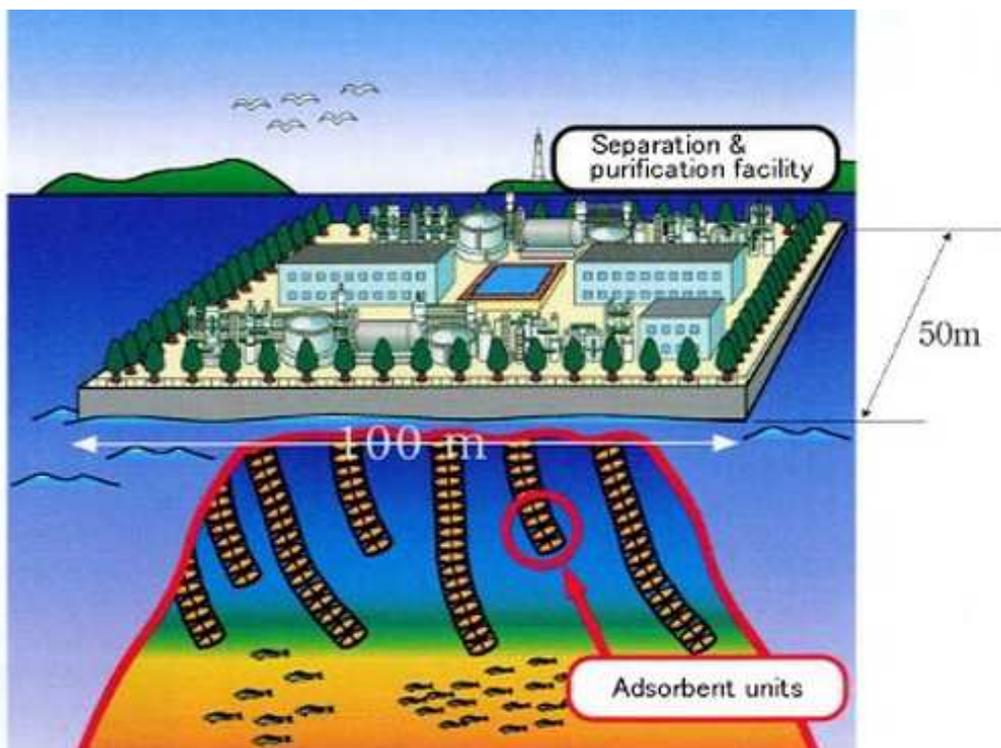


Рисунок 1 – Добыча урана из морской воды при помощи металлоорганической сетки

Предполагается, что воды мирового океана содержат в среднем 4 млрд тонн урана, что в 600 раз больше, чем запасы этого элемента на суше. В то же время, извлечение его из воды значительно затруднено крайне низкой концентрацией элемента. Так, всего лишь три частицы урана встречаются в объеме морской воды из миллиарда частиц.

Чтобы добыть 1 килограмм урана с помощью синтетических волокон — пластикового абсорбента — потребовались бы затраты в размере до 2 тыс. долларов, то есть в два десятка раз больше, чем стоит сам уран. Новая металлоорганическая сетка весом в 1 грамм способна задержать в своих ячейках 200 миллиграммов урана, что делает его добычу с применением данной технологии экономически эффективной [3].

**Выводы:** Снижение затрат на производство уранового концентрата, повышение его конкурентной способности возможно только при использовании и развитии новых технологий, таких как технология скважинного подземного выщелачивания, получение урана из морской воды и других эффективных, экологичных и безопасных технологий.

### Литература

1. Технология подземной добычи урановых руд буровзрывным способом: Монография / Д.В. Мальцев, О.Е. Хоменко. – Д.: ГВУЗ «НГУ», 2013. – 121 с.
2. Проблемы горного дела, энергетики и экологии / А.Ф. Булат, М.С. Четверик // Геотехнічна механіка: Межвед. сб. науч. тр. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2013. — Вып. 110. — С. 3-15.
3. <http://pronedra.ru/atom/2013/05/17/dobycha-urana/>

УДК 622.3

**Христюк Ю.А., студент гр. ГРГ-13-9**

**Научный руководитель: Яворский А.В., к.т.н., доцент кафедры ПРМ**

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

## **КОМПЛЕКСНАЯ РАЗРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Проведен анализ эффективности разработки техногенных месторождений, образованных отходами угледобычи и углеобогащения

В настоящее время в Украине сложилась очень сложная социально-экономическая ситуация, характеризующаяся резким спадом промышленного производства, включая и добычу угля. Вследствие военных действий, происходящих в Донбассе, возник дефицит качественного энергетического угля. В то же время, в условиях роста цен на газ, возрастает спрос на уголь со стороны предприятий электроэнергетики. Т.е. на рынке есть спрос на уголь, но шахт, способных его удовлетворить, осталось очень мало.

Наконец, серьезной проблемой является ухудшение экологической ситуации в Днепропетровской области в результате деятельности угольных шахт.

Первая проблема, это породные отвалы, образовавшиеся за 150 лет деятельности угольной промышленности вследствие специфики технологического процесса добычи и обогащения угля. На территории Украины расположено более 1000 шахтных породных отвалов. Они горят, отравляя атмосферу оксидами серы и азота, с них сдувается пыль, из под них сочится высокоминерализованная вода, они занимают значительные территории. В то же время, в породных отвалах складирована горная масса, содержащая ряд полезных компонентов, что позволяет рассматривать ее в качестве полезного ископаемого.

Таким образом, породные отвалы в настоящее время рассматриваются как техногенные месторождения. Создание предприятий для комплексной разработки техногенных месторождений позволит решить ряд проблем шахтерских городов и районов: уменьшить нагрузку на местные рынки труда, увеличить объемы средств, поступающих в местные бюджеты, снизить экологическое загрязнение окружающей среды, вернуть в оборот земли, находящиеся в настоящий момент под террикониками, получить ценную продукцию, востребованную на рынке.

На данный момент отсутствует системный и комплексный подход к вопросу оценки перспектив использования породных отвалов, содержащих отходы угледобычи и углеобогащения. В то же время, породные отвалы (терриконы) начинают рассматриваться как месторождения, содержащие значительное количество полезных компонентов. Для негоревших породных отвалов основным полезным компонентом является уголь, попавший в отвалы с горной массой, добытой при ведении горных работ на шахтах, а также с хвостами обогащения. Помимо угля, при разработке негоревших отвалов могут быть получены строительные материалы (щебень и т.д.). Перегоревшие отвалы можно разрабатывать как месторождения строительных материалов (с получением в первую очередь щебня различных марок, присадок к цементу). На предприятиях по разработке техногенных месторождений целесообразно производить также шлакоблоки с использованием горной массы отвалов. Отходы, образовавшиеся в процессе переработки горной массы отвалов, можно использовать для засыпки провалов, образовавшихся в результате подработки шахтами земной поверхности. Помимо этого, анализируются возможности альтернативного

использования горной массы отвалов (в качестве сырья при производстве искусственного керамзита и т.п.) [1,2,3].

Основной преградой на пути создания предприятий по разработке техногенных месторождений является наличие и стоимость техники и технологии для разработки техногенных месторождений. В этой области ведутся научные исследования как украинскими, так и зарубежными производителями. В настоящее время предлагается много типов оборудования в различной компоновке (обогащительные комплексы, модульные обогащительные фабрики и т.д.) в зависимости от планируемого объема производства, качества сырья, слагающего техногенные месторождения, вида и качества продуктов, которые будут получены после переработки техногенного месторождения. Для условий украинских шахт возможно производство вторичного топливного ресурса по известной технологии производства окускованного топлива для бытовых нужд при помощи установок ХОТ-31.

В Украине производят модульные обогащительные комплексы «ГРАВИКОМ» (Рис. 1), предназначенные для обогащения отвалов руд, угольных терриконов, производительностью по исходному продукту до 200 т/ч.



Рисунок 1.- Модульный комплекс ГРАВИКОМ для переработки терриконов

Данный комплекс производительностью 100 т/ч по исходному продукту, выдает до 10000 т угольного концентрата зольностью 5% в месяц.

**Выводы:**

Исследования в области разработки должна быть направлена на повышение экономической эффективности разработки техногенных месторождений, рациональное использование запасов полезных ископаемых, увеличение доходов и снижение расходов бюджетов всех уровней. Это позволит создать условия для решения комплекса экологических, экономических и социальных проблем. В первую очередь это снижение уровня загрязнения атмосферы и водной среды, вследствие изменения состояния отходов угледобычи, создание рабочих мест на предприятиях по разработке техногенных месторождений, сохранение производственной и социальной инфраструктуры в шахтерских регионах.

В сложившейся в Украине ситуации крайне необходимо максимально полное использование не только добываемого угля, но и попутно извлекаемых пород для предотвращения загрязнения окружающей среды и повышения эффективности деятельности предприятий добывающей промышленности, наряду с созданием и сохранением рабочих мест и снижением напряженности на региональных рынках труда.

### **Литература**

1. <http://www.dissercat.com/content/ekologo-ekonomicheskaya-otsenka-ispolzovaniya-tekhnogennykh-mestorozhdenii-na-primere-vostoc#ixzz3s065FAgg>
2. Маслова М.В., Герасимова Л.Г. Утилизация минеральных отходов горно-промышленного комплекса // Горный информационно-аналитический бюллетень Московского государственного горного университета- 2004-№5.-С. 253.
3. Стефаник Ю.В. Геотехнология некондиционных твердых топлив. / АН Укр ССР. Институт геологии и геохимии горючих ископаемых. — Киев: Наукова думка, 1990. 268 с.

**Мельник О.В., студент гр. ГИ-15-9**

**Научный руководитель: Барташевський С.Є., к.т.н., доцент кафедри ТСТ**

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

## **КОГЕНЕРАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ШАХТНОГО МЕТАНА НА ОСНОВЕ ПАРОТУРБИНОЇ УСТАНОВКИ**

Цель. Повысить экономическую эффективность шахты, энергонезависимость шахты и страны в целом.

Основная идея. Котельные, которые существуют на шахте превратить в мини ТЭЦ. За счет установки в котельных паровых микротурбин, повысить КПД шахтных ТЭЦ и получить дополнительную электроэнергию.

Все угольные шахты Украины имеют собственные котельные для имеют собственные котельные обеспечивающие отопление, горячее водоснабжение и технологические нужд. Большинство из них оборудованы паровыми котлами типа ДКВР различных модификаций с дросселированием пара в редукционной установке до параметров поддерживаемых теплосетью предприятия.

В настоящее время, в связи с ростом цен на электроэнергию и проблемами в энергосистеме Украины актуальным является вопрос повышения энергонезависимости предприятий и снижения энергопотребления.

Решение этой проблемы возможно за счет реконструкции действующих котельных путем установки паровых микротурбин для утилизации избыточной энергии пара. Данная технология позволяет получить дополнительную электрическую энергию, которую можно пустить на покрытие собственных нужд шахты.

Если на шахте изначально был установлен паровой котел на давление 10бар, 18бар и выше, целесообразно приобрести паровую микротурбину и вырабатывать бесплатно от 250кВт до 1000кВт электрической энергии. Стоимость такого электричества будет в 2-3 раза меньше, чем приобретение его у энергосистемы. Внедрение паровой турбины низкого давления окупается в течение ближайших 2-3 лет. Большинство европейских стран успешно используют данную технологию на своих предприятиях.

Главным их достоинством является то, что широкий параметрический ряд выпускаемых микротурбин позволяет выбрать модель, соответствующую любым конкретным параметрам эксплуатации. Так, например, уже разработаны турбины мощностью 30кВт, 250кВт, 400кВт, 500кВт, 630кВт и 800кВт.

Паровые микротурбины можно разместить на площадке порядка 3х3 м рядом с действующим котлом на месте освобожденном от редукционных установок. При этом не требуется проводить реконструкции всего помещения котельной. В случае, плотной компоновки оборудования в котельном здании возможна внешняя установка микротурбин–генераторов в блочно–модульном исполнении.

Основные преимущества паровых микротурбин:

- Простой монтаж, не требующий капитального строительства.
- Компактность и сравнительно небольшая масса устройства.
- Полная автоматизация процесса, повышенный внутренний КПД (в 1,2-1,3 раза).
- Широкий диапазон мощностей (от 10кВт до 1000кВт).
- Возможность регулирования мощности в зависимости от потребности производства.
- Малый уровень шума (благодаря отсутствию редуктора между приводимым механизмом и турбиной).
- Пожарная безопасность (отсутствует система маслоснабжения).
- Высокая надежность и простота эксплуатации.

- Энергоэффективность (рациональное использование ресурсов).
- Быстрая окупаемость (не превышает 3 лет).
- Высокий ресурс. Срок эксплуатации – не меньше 40 лет.

Модернизация шахтных котельных в мини-ТЭЦ позволит: снизить потребление электроэнергии, обеспечить аварийное электроснабжение в случае аварийных отключений в энергосистеме страны, уменьшить себестоимость производства тепловой энергии, снизить экологически вредные выбросы в атмосферу, снизить нагрузку на энергосистему Украины.

#### **Литература**

1. Безлепкин В.П. Парогазовые установки. - СПб., 1999.
2. Длугосельский В.И., Зубков А.С. Эффективность использования в теплофикации газотурбинных и парогазовых технологий.// Теплоэнергетика.-№12.-2000.-С.3-6.
3. Барков В.М. Когенераторные технологии: возможности и перспективы.// «ЭСКО» электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы».- №7.-2004.
4. Ситников. В. Экологические выгоды когенерации.//«ЭСКО» электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы».- №7.- 2005.
5. Замоторин Р. В. Малые теплоэлектроцентрали - поршневые или турбинные // Энергосбережение в Саратовской области. 2001. № 2.