

***ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ
КОРИСНИХ КОПАЛИН***

Астафьев Д.О. аспирант кафедры ПРМ

Научный руководитель: Ковалевская И.А., д.т.н., профессор кафедры ПРМ

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

СЕЛЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ УГЛЯ В УКРАИНЕ

Угольная промышленность является самой важной сырьевой базой для электроэнергетики и металлургии Украины. От надежности и эффективности ее функционирования зависит дальнейшее развитие экономики государства и энергетическая безопасность. По данным на 01.01.2013г. Украина перевыполнила план по добыче угля на 22% выдав на гора 85 млн. 745 тыс. тонн “черного золота”. Превышение по сравнению с предыдущим годом на 3 млн 754 тыс. тонн. Согласно проекту обновленной энергетической стратегии до 2030г. планируется увеличить производство электроэнергии на 45,5% до 282 млрд. кВт. В конце 2010 года закончилась программа “Украинский уголь” в связи с чем был создан проект перспективного развития угольной отрасли до 2030 года. Согласно этой программе были заложены следующие основные задачи: объем добычи должен составить 92 млн. тонн в год, включая 63,5 млн. тонн энергетического угля. В дальнейшем с 2015 по 2020 гг. планируется увеличить уровень добычи до 100 млн. тонн/год и уже к 2030 – 115 млн. тонн/год, из которых 75 будет приходиться на качественный энергетический уголь (Рис.1).

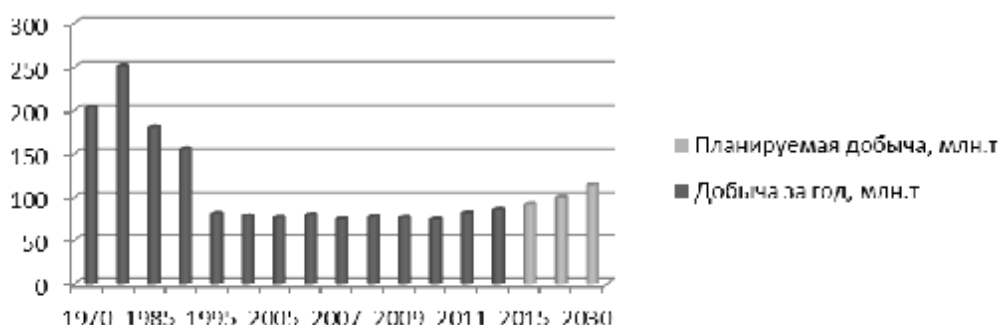


Рисунок 1. Уровень добычи угля в Украине в период с 1970 по 2030 гг.

Однако возникает вопрос о том, как мы сможем повышать добычу угля, если большая часть запасов сосредоточена в некондиционных маломощных пластах. Например, из 671 млн. тонн промышленных запасов угля “ПАО ДТЭК Павлоград-уголь” 341 млн. тонн (51%) относятся к нецелесообразным для разработки.

Анализ показывает, что для отработки некондиционных пластов с целью улучшения качества продукции и снижения постоянно растущей зольности целесообразно применять селективную (раздельную) технологию добычи угля.

Селективная выемка была разработана еще в конце 80х годов прошлого столетия, однако так и не получила широкого распространения поскольку приоритеты угледобывающих предприятий направлены на увеличение объемов добычи, а не на качество исходной продукции. Технология селективной отработки тонких и весьма тонких пологих пластов предназначена для повышения качества угля, добываемого в лавах с присечками боковых пород.

Сущность селективной выемки заключается в том, что в первую очередь очистным комбайном вынимается уголь, а затем при обратном движении – порода. Секции механизированной крепи задвигаются после первого прохода комбайна, а конвейер после второго. Породы отделяется от угля непосредственно в шахте и производится за-

кладка выработанного пространства с помощью пневмо-закладочного комплекса. Данная технология позволяет добывать ценный коксующийся уголь с пластов мощностью 0,4-0,7м с минимальной присечкой боковых пород.

На примере шахт Западного Донбасса можно увидеть, насколько увеличится срок службы шахт при вовлечении некондиционных запасов в разработку (Рис.2).

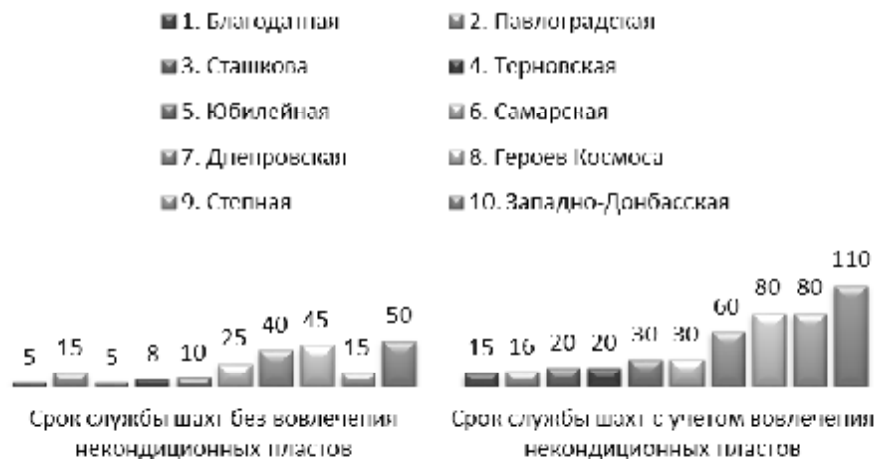


Рисунок 2. Сравнительная характеристика срока службы шахт Западного Донбасса с учетом и без учета некондиционных пластов

Применение селективной выемки не приведет к существенному увеличению добычи, однако с энергетической точки зрения позволит добывать более качественный уголь и оставлять породу в шахте, что позволит экономить значительные ресурсы на отводах земли.

Помимо этого, селективная выемка имеет целый ряд преимуществ, таких как:

- снижение себестоимости добычи угля на 10-15% по сравнению с существующей технологией;
- добыча угля с зольностью не выше 15-18%;
- оставление в выработанном пространстве шахт десятки млн. тонн породы;
- снижение выбросов вредных веществ в атмосферу при сжигании угля;
- увеличение темпов подготовки фронта очистных работ, обеспечение значительной экономии при проведении и поддержании горных выработок за счет их повторного использования;
- ликвидация существенных деформаций земной поверхности от ведения горных работ и др.

ВЫВОДЫ

1. Действующие на сегодняшний момент времени шахты Украины обеспечены балансовыми запасами ($m > 0,8$ м) в среднем на 35 лет. Но при существующем соотношении объемов добычи угля из кондиционных и некондиционных пластов (95:5), уже через 15-20 лет запасы продуктивных угольных пластов будут полностью исчерпаны.
2. Использование существующей горной техники делает селективную технологию достаточно гибкой, т.е. дает возможность в необходимый момент перейти от раздельной выемки к валовой, и, наоборот, без каких-либо дополнительных затрат. Эта технология позволит получать уголь с материнской зольностью, использовать закладку выработанного пространства, существенно учесть экологический аспект и многое другое.

Афонин Д.В. студент гр. ГИ–13–9

Барташевский С.Е., к.т.н., доцент,

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

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ АВТОНОМНОСТИ ШАХТНЫХ ЛОКОМОТИВОВ

Одной из основных проблем современного локомотивного транспорта является ограниченный путь пробега аккумуляторных электровозов из-за недостаточной емкости батарей. Анализ технических характеристик существующих электрохимических систем аккумуляторов показал, что в обозримом будущем увеличение емкости батарей будет идти по пути увеличения их массогабаритных характеристик [1].

Компромиссным решением, позволяющим избежать токсичных выбросов при использовании высокоэнергетических топлив, является применение топливных элементов (ТЭ).

ТЭ представляют собой электрохимические генераторы, способные непрерывно работать за счёт постоянного подвода к электродам новых порций реагентов и отвода продуктов реакции. Фактически, в ТЭ идет непрерывный процесс беспламенного, каталитического окисления топлива.

Достоинства топливных элементов:

- простота обслуживания (практически не требуют обслуживания);
- долговечность-срок службы до 10 – 15 лет;
- использование высокоэнергетических топлив (водород, метанол);
- КПД выше, чем у АКБ и дизелей (до 80%);
- основной побочный продукт – $2\text{H}_2\text{O}$ или $2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (в зависимости от типа элемента).

Из всего многообразия существующих электрохимических систем нами отобраны низкотемпературные топливные элементы наиболее пригодные для использования на шахтных электровозах.

Топливные элементы с мембраной обмена протонов (МОПТЭ)

В качестве электролита в этих топливных элементах используется твердая полимерная мембрана (тонкая пластмассовая пленка). При пропитывании водой этот полимер пропускает протоны, но не проводит электроны.

Топливные элементы с прямым окислением метанола (ПОМТЭ)

в качестве электролита используется полимер, а в качестве носителя заряда – ион водорода (протон).

Щелочные топливные элементы (ЩТЭ)

В щелочных топливных элементах используется электролит, то есть водный раствор гидроксида калия, содержащийся в пористой стабилизированной матрице.

Полимерные электролитные топливные элементы (ПЭТЭ)

В случае полимерных электролитных топливных элементов полимерная мембрана состоит из полимерных волокон с водными областями, в которых существует проводимость ионов воды H_2O^+ (протон, красный) присоединяется к молекуле воды. Молекулы воды представляют проблему из-за медленного ионного обмена. Поэтому требуется высокая концентрация воды как в топливе, так и на выпускных электродах, что ограничивает рабочую температуру 100°C .

Тип топливной элемент	Рабочая температура	Эффективность выработки электроэнергии	Тип топлива	Область применения
МОПТЭ	30-100°C	35-50%	Чистый водород	Малые установки
ПОМТЭ	20-90°C	20-30%	Метанол	Малые установки
ЩТЭ	50–200°C	40-65%	Чистый водород	Малые установки
ПЭТЭ	30-100°C	35-50%	Чистый водород	Малые установки

На одной из шахт Канады уже прошли испытания локомотива с топливными элементами типа РМФК, запас водорода, при этом, хранился в металлогидридном аккумуляторе. Большинство ведущих автопроизводителей, также анонсировало опытные пробеги автомобилей на топливных элементах. Однако дальше опытно-промышленной эксплуатации дело не продвинулось.

Существенным препятствием на пути широкого внедрения топливных элементов являются виды применяемого в них топлива: водород и метанол. Водород – практически невозможно безопасно хранить. Метанол – токсичен, взрыво- и пожаро-опасен.

В настоящее время, появился новый подвид топливных ПОМТЭ – элементов, использующий в качестве топлива муравьиную кислоту ([систематическое наименование](#) - метановая кислота, формула- НСООН). Эти элементы представляются наиболее перспективными для использования на шахтных электровозах, поскольку правила безопасного обращения с топливом – такие же как и для традиционно применяемых кислотных электролитов.

Литература:

1. Барташевский С.Е. Научно технические основы перевода шахтного локомотивного транспорта на нетрадиционные источники энергоснабжения. (Проблемы горного дела и экологии горного производства: Материалы междунар. Науч.-практ. конф. (13-14 мая 2011г, г Антрацит)- Донецк.

Борисенко О.О. студентка гр. ГРг-10-9

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

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

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

На сегодняшний день главной преградой на пути реализации коммерческих проектов по добыче шахтного метана является его себестоимость, которая пока существенно превышает цену традиционного природного газа. Реальным путем к ее уменьшению может быть организация попутной добычи, прежде всего - на перспективных газоугольных полях, чтобы заинтересованные в дегазации шахты доплачивали эту разницу.

Явления внезапных выбросов угля и газа относятся к динамическим формам газопроявлений при подземной добыче угля. В отличие от более или менее спокойного процесса газовыделения в горные выработки из угольных пластов и вмещающих пород, при внезапных выбросах происходит взрывоподобное (но это еще не взрыв) газовыделение с выбросом в выработки метана и измельченного угля, после которого в массиве остаются характерные полости. Выброшенные метан и уголь распространяются по шахтным выработкам, нарушают вентиляцию, разрушают выработки и часто являются причиной взрывов, обрушений пород и пожаров в шахтах. В зависимости от силы выброса (количества выделившегося метана, выброшенного угля и динамики процесса), явления внезапных выбросов иногда перерастают в крупные катастрофы с многочисленными жертвами. Вместе с газом взрывается и угольная пыль.

Развитие угольной промышленности в основных угледобывающих странах сопровождается перманентным ухудшением природных условий разработки, связанных с углублением горных работ и ростом опасностей в шахте, что негативно отражается на концентрации и интенсификации производственных процессов добычи угля. Одним из основных природных факторов, негативно влияющих на деятельность угольных шахт, является практически повсеместный рост газоносности угля и вмещающих пород, с которой непосредственно связаны наиболее опасные проявления сил газового и горного давления – внезапные выбросы угля, газа и породы.

В основу борьбы с внезапными выбросами угля и газа положены различные методы и способы интенсификации метановыделения из угольных пластов.

Процессам интенсификации газовыделения предшествует увеличение конвергенции контура выемочной выработки в зоне сопряжения с очистным забоем, что свидетельствует о возрастании напряжений до максимальных значений перед обрушением консоли основной кровли и разрушением пород [2].

Выполнение комплексной программы интенсификации метановыделения из породно-угольного массива позволит достичь следующих результатов:

- освоение альтернативного вида топлива, которое уменьшает зависимость Украины от импорта энергоносителей, прежде всего природного газа из России и других стран СНГ;

- снижение объема выбросов метана (одного из наиболее сильных «парниковых газов») в атмосферу угольными предприятиями Украины;

- повышение безопасности труда на горных предприятиях;

- увеличение производительности работы шахт.

Кроме всего, интенсификация метановыделения позволит существенно сократить число аварий, травм и несчастных случаев в угольной промышленности

Украины, вследствие предотвращения внезапных выбросов угля и газа, вызванных высокой газоносностью угля и пород, и взрывов в результате повышения концентрации метана в атмосфере выработок.

В настоящее время используются следующие основные методы и способы интенсификации газовыделения из угольных пластов:

- способ пневмогидродинамического воздействия;
- метод комбинированного воздействия;
- метод бароградиентного воздействия;
- метод гидроимпульсного воздействия;
- способ гидродинамического воздействия.

Наиболее перспективным для условий отработки выбросоопасных угольных пластов Украины следует считать способ гидродинамического воздействия, который предназначен для интенсификации метановыделения из угольных пластов и пород, предотвращения выбросов угля и газа и нетрадиционной добычи угля по скважинам, пробуренным с земной поверхности и из подземных горных выработок.

В основу гидродинамического воздействия рабочей жидкости в импульсном режиме на угольный пласт положен принцип перераспределения сил горного давления, дезинтегрирования угля и, в конечном счёте, десорбции метана, что позволяет интенсифицировать газовыделение в зоне воздействия.

Сущность гидродинамического воздействия на горный массив заключается в следующем. При подаче жидкости в фильтрационном режиме её фронт перемещается на некоторое расстояние вглубь массива, оттесняя и сжимая газ, находящийся в полостях и поровых каналах. При резком сбросе давления во времени значительно меньшем, чем необходимо для обратной фильтрации жидкости из глубины массива в открытую полость, жидкость препятствует обратной фильтрации сжатого газа и у свободной поверхности возникают деформации растяжения за счет гидравлического сопротивления слоя фильтрующейся вязкой жидкости движению разжимающегося газа. Выполнение силового и энергетического критериев разрушения в зоне гидродинамического воздействия приводит к послойному разрушению угля.

Способ имеет ряд преимуществ: не имеет ограничений в области применения, обладает высокой надежностью, не требует сложного или уникального оборудования, обладает низкой металло- и энергоёмкостью.

Принцип и средства гидродинамического воздействия защищены патентами Украины и апробированы на 20 шахтопластах 14 шахт Центрального района Донбасса при разработке и внедрении способа вскрытия выбросоопасных угольных пластов квершлагами. В настоящее время разработка способа находится в стадии экспериментальных работ.

Список литературы

1. Грицко Г. Внезапные выбросы метана в шахтах: «Наука в Сибири»/№ 32-33. / 2007./<http://www.sbras.ru/HBC/hbc.phtml?17+428+1>
2. Груздев В.А. Обоснование технологических решений по рациональному управлению газовыделением в пределах выемочных участков угольных шахт./ Автореферат диссертации / 2004.-21с.

Василенко Е.А., аспирант

Научный руководитель: Коровяка Е.А., к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и технологий

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Метан является основным компонентом газа, выделяемого мусорными свалками (свалочного газа), выбросы метана в атмосферу делают его основным чиновником возникновения «парникового эффекта»[1]. В результате сокращения выбросов метана при улавливании свалочного газа (СГ) и его применения в качестве энергоносителя, можно добиться производства значительного количества энергии, а также положительных экономических и экологических результатов. Осуществление проектов по регенерации энергии свалочного газа способствует сокращению парниковых газов и загрязняющих воздух веществ, что положительно сказывается на качестве воздуха и снижает потенциальный риск для здоровья человека.[2]

Зарубежный опыт добычи метана из твердых бытовых отходов (ТБО) показывает, что наиболее эффективной принципиальной схемой является: сеть вертикальных газодренажных скважин, соединенные линиями газопроводов, в которых компрессорная установка создает разрежение необходимое для транспортировки СГ до места использования. Принципиальная технологическая схема системы по сбору СГ представлена на рис. 1.



Рисунок 1- Блок схема установки для добычи и утилизации биогаза

Каждая скважина осуществляет дренаж конкретного блока ТБО, условно имеющего форму цилиндра. Устойчивость работы скважины может быть обеспечена, если ее дебит не превышает объема вновь образующегося СГ. Оценка газопродуктивности существующей толщи ТБО проводится в ходе предварительных полевых геохимических исследований.[3]

Для добычи СГ на полигонах ТБО применяются вертикальные скважины. Обычно они располагаются равномерно по территории свалочного тела с шагом 50 - 100 м между соседними скважинами. Их диаметр колеблется в интервале 200 - 600 мм, а глубина определяется мощностью свалочного тела и может составлять несколько десятков метров. Инженерное обустройство скважины включает несколько этапов. На первом - в скважину опускается перфорированная стальная или пластиковая труба, заглушенная снизу и снабженная фланцевым соединением в при устьевой части. Затем в межтрубное пространство засыпается пористый материал (например, гравий) с послойным уплотнением до глубины 3 - 4 м от устья скважины. На последнем этапе сооружается глиняный

замок мощностью 3 - 4 м для предотвращения попадания в скважину атмосферного воздуха.

Температура СГ в толще отходов может достигать 40 -50⁰С, а содержание влаги - 5-7% об.. После экстракции СГ из свалочного тела и его поступления в транспортные газопроводы, происходит резкое снижение температуры, что приводит к образованию конденсата, который может выделяться в значительных количествах. Ориентировочно при добыче СГ в объеме 100 м³/час, в сутки образуется около 1 м³ конденсата.

Газопровод прокладывается в траншеях, пройденных на глубине предотвращающей, промерзания труб в зимнее время. При прокладке линий газопровода с целью предотвращения скопления конденсата необходимо соблюдать определенные уклоны, а также устанавливать конденсатоотводчики, обеспечивающие удаление влаги из системы.[3]

Газосборный пункт предназначен для принудительного извлечения СГ из свалочной толщи. Для этого с помощью специального электровентилятора в системе газопроводов создается небольшое разрежение (около 100 мбар).

В мировой практике известны следующие способы утилизации СГ:

-факельное сжигание, обеспечивающее устранение неприятных запахов и снижение пожароопасности на территории полигона ТБО, при этом энергетический потенциал СГ не используется в хозяйственных целях;

- прямое сжигание СГ для производства тепловой энергии;
- использование СГ в качестве топлива для газовых двигателей с целью получения электроэнергии и тепла;
- использование СГ в качестве топлива для газовых турбин с целью получения электрической и тепловой энергии;
- доведение содержания метана в СГ (обогащение) до 94 -95% с последующим его использованием в газовых сетях общего назначения.[3]

Выводы:

- возможным объектом внедрения технологической схемы по добычи метана из ТБО, которая представляет собой сеть вертикальных газодренажных скважин, соединенные линиями газопроводов, в которых компрессорная установка создает разрежение необходимое для транспортировки СГ до места использования, в Днепропетровском горнопромышленном регионе, может закрытая в 2007 году муниципальная Игреньская свалка. Площадь, которой 14,9 га, расположена за жилым массивом Игрень по Синельниковскому шоссе. Среднее расстояние от центра города – 22 км.
- утилизация свалочного биогаза позволит значительно улучшить экологическую ситуацию в области, предотвратив выделение парниковых газов в объеме 350 тыс. т/год СО₂ – эквиваленте, а так же токсичных веществ.

Перечень ссылок

1. Пятничко А.И. Утилизация биогаза закрытых полигонов ТБО / Пятничко А.И., Баннов В.Е.: Экология плюс. – 2009. – № 4 – С. 12-14.
- 2.Бондаренко Б.І. Проблема утилізації твердих побутових відходів та знешкодження небезпечних відходів в Україні / Бондаренко Б.І., Жовтянський В.А. :Від проекту концепції– до державної науково-технічної програми // Енерготехнології и ресурсобереження. – 2008. – № 4. – С. 63-69.
- 3.Крушневич Т.К. Извлечение метана из биогаза полигонов и подача его в магистральный газопровод/ Крушневич Т.К., Пятничко А.И. // Технические газы. – 2006. – № 3. – С. 41-43

Дудля К.Є., студентка гр. ПБ-13-1м

Ширін Л.Н., д.т.н., професор

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

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ ВУГЛЕВОДНІВ В УКРАЇНІ

Питання дуже важливе, так як енергетичний стан країни в багатьох напрямках віддзеркалює її досягнення.

За висновками Експертної Ради при РНБОУ (23.04.2013 року) на сьогодні в Україні розвідані запаси традиційного газу складають 1.1 трлн. м³, що дозволяє протягом 5 років довести щорічний видобуток газу до 40 млрд. м³, та витримати його стабільно на такому рівні протягом 25 років. Разом з тим, прогнозні запаси цього газу складають 5,4 трлн. м³, що дозволяє при належній постановці геологорозвідки забезпечити країну газом власного видобутку майже на 100 років. Крім того, сьогодні науково доведено та практично підтверджено наявність процесу природного відновлювання покладів природного газу, який тільки в східних регіонах України дозволяє при відповідній постановці геолого-розвідувальних робіт щорічно додавати ще біля 5 млрд. м³ газу [1, 2].

Технологія розвідки та освоєння родовищ звичайного газу відпрацьована і постійно удосконалюється, що дозволяє знизити собівартість його видобутку в Україні до 25 доларів за 1000 м³ [3]. В розвідку і освоєння родовищ звичайного газу уже вкладені надзвичайно великі кошти. Ось реальна база, на якій Україна повинна успішно вирішити проблему енергонезалежності. Необхідно тільки на цьому сконцентрувати увагу всього суспільства, а владі мобілізувати весь наявний ресурс на виконання головної програми країни.

Сьогодні в Україні відсутні розвідані запаси «сланцевого» та йому подібного газу. Прогноз наявності його в надрах країни науково не обґрунтований і нічим не підтверджений. На його пошуки та розвідку до необхідного рівня потрібно не менше 10 років та кошти, які в 10 – 20 разів перевищують уже вкладені в освоєння родовищ звичайного газу. При цьому немає жодних гарантій, що розвідка дасть позитивний результат.

Фактична середня собівартість видобутку сланцевого газу у США становить \$ 90 – 150. При цьому не враховані дотації та різні пільги, які надавались державою США для стимулювання розвитку цієї галузі. Необхідно також врахувати, що очікується удвічі глибше залягання таких родовищ в Україні. Крім того, невідомою на сьогодні залишається екологічна проблема, яка пов'язана із видобутком сланцевого газу.

Яка є реальна альтернатива «сланцевому» газу? Про це можна довідатись із матеріалів парламентських слухань, які відбулися 15 січня 2011 року «... на Україні є великий резерв малих родовищ. Навіть Росія при своїх гігантських запасах приступила до їх активного освоєння. У нас їх багато, і вони можуть бути успішно використані на місцевому рівні і це великий резерв. Треба зосередитись на шахтному метані. Є хороші наробки, конкретні результати...».

Державним балансом запасів корисних копалин України станом на 1 січня 2010 року метан, як супутню корисну копалину, оцінено на рівні 314 млрд. м³. Прогнозні видобувні ресурси його в Україні становлять більше 3 трлн. м³, а за деякими оцінками більше 12 трлн м³.

Тобто навіть тих видобувних запасів, використовуючи наявні технології, Україні вистачить щонайменше на 40 – 60 років. За оцінками спеціалістів, вже до 2015 року видобуток метану можна наростити до 7 млрд. м³ на рік. Територіально родовища шахтного метану знаходяться поблизу потенційних споживачів теплової й електричної енергії, що збільшує перспективність його використання, зокрема в децентралізованій енергетиці. При цьому собівартість вітчизняного палива становитиме всього \$ 76 за 1000 м³.

В Україні щорічний видобуток шахтного метану складає всього 0,2 млрд. м³. І це при тому, що кожного року тільки під час видобутку вугілля виділяється більше 2 млрд. м³ метану, який розчиняється в атмосфері, загострюючи проблему глобального потепління.

Між тим, необхідність, можливість та економічна доцільність промислового видобутку метану з вугільних пластів засвідчує досвід багатьох країн. Видобуток його у США досяг – 60, в Австралії – 15, в Китаї – 10 млрд. м³ на рік. Останнім часом шахтному метанові все більше уваги приділяють у благополучній, з точки зору енергоносіїв, Росії. В Кузбасі щорічно більше \$ 1 млрд. вкладають у метанову проблему та планують збільшити використання шахтного метану до 1 млрд. м³ на рік, а в подальшому повністю забезпечити ним потреби регіону.

Метан здатний замінити імпортований газ. Про це свідчать закон про газ вугільних родовищ та концепція державної цільової програми видобування та використання метану.

На наш погляд, велике значення для видобутку природного газу має шельф Чорного моря, який ще не повністю досліджений і відзначається значним потенціалом. Вже у 2015 році на шельфі будуть видобувати 3 млрд. м³ газу. І це без значних екологічних загроз.

Висновки:

Природного газу в Україні достатньо для забезпечення енергетичної незалежності країни.

Перспективним напрямком є видобуток шахтного метану.

Перелік посилань

1. Шевелев Г.А. Фильтрация газа в шахтах [Текст] : / Г.А. Шевелев, Г.В.Перепелица. – К.: Наукова думка, 2010. – 295 с.
2. Павлов С.Д. Пути освоения природных газов угольных месторождений [Текст] : монография /С.Д. Павлов. – Х.: Колорит, 2005. – 336 с.
3. Дудля М.А. Процеси підземного зберігання газу [Текст] : підручник / М.А. Дудля, Л.Н. Ширін, Е.А. Федоренко. – Д.: НГУ, 2012. – 412 с.

Загубинога В.В. м.н.с. кафедри відкритих гірничих робіт
Наукавий керівник: Панченко В.В., к.т.н., професор кафедри відкритих гірничих робіт

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

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

На основе анализа технологических требований к текущим планам горных работ в железорудных карьерах и типовых критериев оптимальности и ограничений текущего планирования применительно к железорудным карьерам была сформулирована базовая математическая модель месячного планирования горнотранспортных работ. Результаты решения которой, в соответствии с системой планирования, являются исходными данными для нижнего уровня планирования – декадного.

С понижением уровня планирования степень влияния технологических факторов на содержание исходных данных должна возрастать. Это в частности проявляется в необходимости привязки исходных и рассчитываемых объемов добычи к форме, размерам, пространственному положению и объемно-качественным показателям руды заходок экскаваторов. Игнорирование этого условия обуславливает неадекватность большинства математических моделей планирования горных работ.

Для устранения этого общего недостатка математических моделей классической оптимизации предлагается исходные данные к задаче декадного планирования готовить на основании разбивки месячного блока с уже установленным объемом на декадные блоки (заходки) с определением объемов руды по сортам и среднего качества руды в них. Разбивка на декадные блоки (заходки) выполняется технологом с учетом расстановки выемочно-погрузочного оборудования, его возможной производительности, графика ППР, развития трасс и других неформализуемых факторов. Для этого можно использовать инструментальную систему K-MINE. При этом примем две возможные схемы отработки каждого месячного блока.

С учетом этого предложения была сформулирована базовая математическая модель декадного планирования горнотранспортных работ.

С целью исключения влияния других факторов, сравнительный анализ выполнялся для решений при одном перегрузочном пункте.

Для проведения сравнительного анализа двух математических моделей было задано 10 вариантов исходных данных, в которых изменялось содержание железа в руде в декадных блоках.

Для традиционной математической модели не зависимо от варианта исходных данных (одного из 10) сумма квадратов отклонений среднего содержания железа в руде будет неизменной, так как ни один параметр исходных данных задаваться не будет. Для первой математической модели сумма квадратов отклонений для каждого из 10 вариантов исходных данных будет разной. Также было рассчитано среднеквадратическое отклонение среднего содержания железа в руде в декадных блоках для каждого из задаваемых вариантов исходных данных.

Судя из зависимости (рисунок 1) можно сделать вывод, что значения суммы квадратов отклонений среднего содержания железа при разных вариантах исходных данных, принимает разные значения только в разработанной математической модели, а в традиционной - остается неизменной. Определено, что при увеличении колебаний среднего содержания железа по декадным блокам, увеличиваются колебания суммы квадратов отклонений среднего содержания железа в руде на перегрузочном пункте, только в разработанной математической модели. В традиционной математической модели, в виду

существования допущений, такого возрастания не будет. Из этого следует, что достоверность результатов планирования по разработанной модели на много выше, по сравнению с результатами традиционной математической модели.



Рисунок – Зависимость значения критерия оптимальности от колеблемости среднего содержания железа в декадных блоках.

По результатам проведенных научных исследований были сформулированы основные положения.

1. Разработана новая математическая модель задачи декадного планирования горно-транспортных работ, учитывающая технологические схемы отработки декадных выемочных блоков; методика ее решения и анализа результатов решения.

2. По результатам решения этой задачи установлена зависимость влияния исходной колеблемости среднего качества руды в декадных выемочных блоках на колеблемость планового среднего качества руды, запланированной к доставке на перегрузочные пункты.

3. Выполнен сравнительный анализ колеблемости планового среднего качества руды, запланированной к доставке на перегрузочные пункты, по разработанной и традиционной моделям задачи декадного планирования горнотранспортных работ; результаты анализа показали большую адекватность разработанной модели по сравнению с традиционной.

4. Применение разработанной модели позволяет усовершенствовать методику месячно-декадного планирования горнотранспортных работ.

Перечень ссылок

1. Организация, планирование и управление производством в горной промышленности / Н.Я. Лобанов, Ф.Г. Грачев, С.С. Лихтерман и др. – М.: Недра, 1989. - 515 с.

2. Астафьев Ю.П., Полищук Г.К., Горлов Н.И. Оперативное планирование горных работ на железорудных карьерах. – М.: Недра, 1987. - 350 с.

3. Зинько Н.А., Филь В.И., Кочегаров В.Н. Оптимизация очередности отработки запасов окисленных руд месторождения Кокпатас // Горный журнал. – 2002. - Спецвыпуск: горно-металлургический комплекс. - С. 70-72.

4. Суменков М.С., Кисляк В.М., Маточкин В.А. Математические методы планирования открытых горных работ. – М.: Недра, 1973. - 155 с.

5. Автоматизация планирования горных работ на железорудных карьерах / Ю.П. Астафьев, А.С. Давидкович, Н.Д. Бевз и др. – М.: Недра, 1982. - 279 с.

6. Резниченко С.С., Подольский М.П., Ашихмин А.А. Экономико-математические методы и моделирование в планировании и управлении горным производством. – М.: Недра, 1991. - 428 с.

Золотухін А.Є. студент гр. ГРГС-12-5

Науковий керівник: Федоренко Е.А., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем та технологій

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

МЕТАН УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УКРАИНЫ И КИОТСКИЙ ПРОТОКОЛ

Расчетные запасы метана в угольных месторождениях Украины составляют от 12 до 25 триллионов м³. Ежегодно миллионы кубических метров метана (СН₄) поступают в атмосферный воздух из угольных шахт Донбасса. Метан, присутствующий в больших объемах в пористой структуре горных пород, высвобождается в результате горных работ, накапливается в шахтном пространстве и затем выбрасывается в атмосферу, что приводит к глобальному потеплению, так как метан - это второй по значимости парниковый газ, регламентируемый Киотским протоколом. Присутствие метана в рудничной атмосфере и угроза взрывов препятствуют увеличению производительности труда и требуют повышения уровня безопасности шахтных работ. Статистическая отчетность по смертельным случаям на шахтах свидетельствует о том, что большинство их напрямую связано с воспламенением и взрывами шахтного метана.

Президент и Правительство Украины в связи с озабоченностью вопросами обеспечения безопасности работы шахтеров выпустили Постановления, поддерживающие и регулирующие необходимые мероприятия в данной области, на основании которых разработана Комплексная программа по дегазации угольных пластов. На примере шахты им. А.Ф. Засядько реализация этой программы вносит определенный вклад в уменьшение загрязнения окружающей среды, а также оказывает влияние на изменение климата. В целях предотвращения выбросов метана и использования механизмов гибкости Киотского протокола, на шахте началась реализация проектов по утилизации шахтного метана посредством внедрения новейших технологий, основанных на использовании содержащейся в газе энергии.

До середины 1970-х годов общепринятым способом борьбы с метаном было проветривание горных выработок с помощью больших объемов воздуха. Однако с развитием подземного способа добычи и разработкой более метаноносных угольных пластов использование одной лишь системы вентиляции стало недостаточным. Введение заблаговременной дегазации посредством бурения дегазационных скважин и вакуумного отсасывания позволило снизить нагрузку на системы вентиляции и дополнительно повлекло за собой увеличение производительности угольных шахт.

Развитие современных технологий также облегчило задачу дегазации угольных шахт. В зависимости от геологических особенностей пластов дегазация может проводиться посредством бурения вертикальных скважин в неотработанные и отработанные участки или горизонтальных и наклонных скважин из шахтных выработок. Накопленный опыт в изучении метаноносных пластов позволил лучше адаптировать систему дегазации к конкретному результату и повысить эффективность производимых операций.

Выбросы метана через систему вентиляции в шахтах составляют наибольшую часть от общего выброса метана в процессе добычи угля. Ежегодно выбрасывается в атмосферу около 1,5 млрд. куб.м метана, что является эквивалентом 200 млн. т СO₂.

Прямое сжигание газовоздушной смеси при этом практически невозможно и наиболее приемлемый путь - совместное сжигание с другими видами топлива и, прежде всего, с углем в котлах «малой» и «большой энергетики» на энергетических объектах, находящихся на приемлемом по технико-экономическим показателям расстоянии от шахты.

Предлагаемая технология должна разрабатываться по трем направлениям:

- для улучшения горения рядового угля в традиционных угольных котлах;
- для совместного сжигания в газомазутных котлах с углем ультрамелкого помола (до 15-20 мкм);
- в котлах «большой энергетики» - подача воздуха с вентиляционным метаном в пылеугольную топку.

Каждое из направлений требует отработки технологии и технико-экономического обоснования её эффективности применительно к конкретным условиям.

При применении технологии сжигания вентиляционного метана, может быть достигнут ряд положительных эффектов; в том числе:

- экологический эффект - сократятся прямые выбросы метана в атмосферу и при замещении им угля в котлах снизятся выбросы загрязняющих веществ CO_2 , NO , SO ;
- энергетический эффект - улучшатся энергетические характеристики горения угля за счет поддува воздуха с дополнительным высококалорийным топливом, замещающим по эквиваленту сжигаемый уголь, что приведет к повышению к.п.д. оборудования;
- экономический эффект - в зависимости от концентрации вентиляционного метана может снизиться расход основного топлива - угля до 20%, снизятся ущербы от выбросов метана, снизятся ущербы за счёт улучшения структуры топливно-энергетического баланса региона, снизится топливная составляющая в тарифе за счет использования «бросового» энергоресурса.

И, наконец, с использованием механизмов Киотского протокола можно получить дополнительные финансовые ресурсы для реализации проектов по использованию вентиляционного метана.

После ратифицирования Киотского протокола в феврале 2005 г., наметился значительный сдвиг в утилизации шахтного метана. В основе Киотского Протокола — идея контроля за выбросами вредных газов, в число которых входит метан. Эти выбросы измеряются в тоннах углекислого газа. По своему воздействию на окружающую среду метан является более опасным газом и поэтому 1 т сокращенных сбросов метана приравнивается к 21 т углеродного газа.

Компании, которые применяют технологию, позволяющую избегать вредных выбросов, получают углеродные квоты. Эти квоты могут быть проданы на специальной европейской бирже тем компаниям, которые превышают дозволенные выбросы. Благодаря «механизмам гибкости», прописанным в Киотском Протоколе, углеродные квоты, произведенные в одной стране и зарегистрированные специальными международными органами, могут быть куплены и использованы в другой стране. Таким образом, проекты по утилизации метана, расположенные в странах, вступивших в Киотское Соглашение, получили еще один источник дохода — от продажи углеродных квот.

Канаш Я.В. студент гр. **ГИ-13-1**

Научный руководитель: Денищенко А.В., к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и технологий.

(Государственное ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепрпетровск, Украина)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ШАХТНОГО РЕЛЬСОВОГО ПУТИ

На рельсовый транспорт шахт приходится немалая часть всей транспортируемой горной массы и полный объем всей перевозки металлической и бетонной крепи, оборудования, рельсов, труб и других материалов. Надежность работы транспорта во многом зависит от состояния рельсового пути. На большинстве участков наблюдается значительное отклонение от норм содержания пути по ширине колеи, по относительным возвышениям рельсовых нитей и по другим параметрам. Согласно правилам безопасности ширина колеи должна быть $900 \pm \frac{1}{2}$ мм [1]. Однако на практике имеются отклонения, превышающие 7 – 8 кратные значения допусков, а максимальная ширина колеи достигает 932 мм, а сужение до 888 мм.

Из многочисленных задач стоящих перед рельсовым транспортом горных предприятий, одна из основных – совершенствование действующих и создание новых конструкций рельсового пути, соответствующих применяемому и перспективному подвижному составу. Появилось несоответствие используемых параметров и материалов основных элементов конструкций новым техническим требованиям. К явным недостаткам относятся: малая прочность деревянных и железобетонных шпал; недостаточная прочность узлов промежуточного скрепления рельсов, шпал, брусьев и др.[2]

Цель работы – повышение эффективности шахтного рельсового транспорта путем совершенствования конструкции пути и средств контроля его геометрических параметров.

В настоящее время все большую конкуренцию шпалам из традиционных материалов (древесина, железобетон) составляют шпалы из композиционных материалов. Работы по разработке и испытанию шпал из пластмассы ведутся фирмами США, стран ЕС, Японии и Беларуси [3]. Основными достоинствами этих шпал в сравнении с деревянными являются:

- долговечность (пластмассовые шпалы практически не изнашиваются);
- низкая стоимость в расчете на весь срок службы;
- экологически безвредны для окружающей среды;
- возможность вторичной переработки и утилизации.

Новейшая модель шпал отличается рельефной нижней поверхностью, которая обеспечивает повышенное сопротивление поперечному сдвигу в кривых, масса шпалы составляет около 67кг. Срок службы таких шпал рассчитан на 40 лет. В 2008 году такие шпалы проходили испытание на бурогольных разработках в Германии. По путям, уложенным на этих шпалах, пропускали поезда с нагрузкой на ось 30Тс. Проводимый мониторинг показал, что даже после 3-х млн. воздействий шпалы не подверглись износу. Данная партия шпал успешно эксплуатируется по настоящее время. Технология изготовления пластмассовых шпал менее сложна, чем железобетонных. Стоимость этих шпал составляет приблизительно 121 евро (без транспортных расходов). Замена деревянных, железобетонных и металлических шпал на пластмассовые высвобождает ценнейший строительный материал, что особенно важно для нашей страны.

Изменение ширины колеи на участках пути с деревянными шпалами вызвано совместным действием механического износа и гниения древесины. Исследованиями установлено, что основными источниками возмущающего воздействия на подвижной состав является изменение геометрии рельсового пути. В настоящее время определение

фактического профиля пути производится при помощи весьма трудоемкой маркшейдерской съемки.

На кафедре транспортных систем и технологий НГУ разработана конструкция устройства для определения расстояния между рельсами [4], которое состоит из тележки с расположенными на ней двумя роликами, соединенными между собой через рычаги пружины и гидравлическим демпфером. В качестве регистрирующего устройства в приборе использован реостатный преобразователь. Демпфер позволяет замедлить колебательные процессы в системе и способствует их затуханию, а реостатный преобразователь делает возможным использование современных методов сбора, накопления и обработки информации.

Устройство для определения углов наклона шахтного рельсового пути [5] содержит тележку, на которой расположен датчик наклона пути, включающий корпус, измерительную призму и установленные под углом 45 градусов электронные весы. Колесная пара оборудована несколькими постоянными магнитами разного размера и, соответственно, разной индукции, катушка индуктивности установлена на тележке с возможностью магнитного взаимодействия с магнитами и связана с блоком обработки результатов измерений.

Во время движения тележки по участку рельсового пути, на котором один рельс расположен выше другого в поперечной плоскости, измерительная призма наклоняется на угол α , при этом смещение центра тяжести груза влечет за собой изменение величин составляющих сил тяжести призмы P_1, P_2 , которые фиксируются электронными весами и сигнал отправляется на блок обработки результатов измерения.

При этом значение угла наклона рельсового пути в поперечной плоскости, который определяет блок обработки результатов измерения, составит:

$$\alpha = \arctg \frac{P_2}{P_1} - 45^\circ.$$

Аналогично определяется продольный уклон рельсового пути.

Предложенные в работе методы контроля и конструкции путеизмерительных устройств позволяют эффективно и качественно определять основные геометрические параметры пути и исключают ручной труд. Их применение на практике приведет к совершенствованию системы содержания и ремонта рельсового пути, уменьшению сопротивления движению локомотивного транспорта, повышению его производительности и безопасности эксплуатации.

Литература

1. Поляков Н.С. Улучшение конструкции рельсового пути / Н.С. Поляков, В.В.Говоруха, Е.Е.Новиков // Уголь Украины. – 1970. – №2. – С.33 – 35.
2. В.В.Говоруха. Совершенствование рельсового пути и стрелочных переводов подземного транспорта. // Уголь Украины. –2013. №3. – С. 44 – 49.
3. // http://шкодкин.пф/RINOW/LEFT_MENU/Zheleznodorozhnyytransport/Verhneestroenieputi/shpali3s.php.
4. Пат 664127 Україна на корисну модель , МПК E01B 35/00. Пристрій для контролю рівня ниток шахтного рейкового шляху [Текст] О.В. Денищенко, В.В. Новосельцев, С.О. Шипунов; заявник і патентовласник – Національний гірничий університет. Заявл. 22.04.2011 опубл. 25.10.11.; бюл.№20. – 2с.
5. Пат 67179 Україна на корисну модель, МПК E01B 35/00. Пристрій для визначення нахилу шахтного рейкового шляху [Текст] О.В. Денищенко, О.О. Юрченко, В.В. Новосельцев; заявник і патентовласник – Національний гірничий університет. Заявл. 14.06.2011 опубл. 10.02.12.; бюл.№3. –3с.

Литвин А.Д. студентка гр. **ГИ–13–9с**

Барташевский С.Е., к.т.н., доцент

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

СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ (ВИРТУАЛЬНАЯ ТРУБА)

Одним из наиболее эффективных энергоносителей является природный газ – метан. Высокая энергетическая ценность (28-46 МДж/м³), относительная простота автоматизации котельного и топочного оборудования, низкое содержание вредных веществ в отходящих газах, огромные природные запасы, делают его наиболее привлекательным для использования, как в жилом секторе, так и в технологических процессах предприятий. С точки зрения экологии, природный газ является самым чистым видом минерального топлива.

Исторически сложилось, что основным способом его доставки потребителям является трубопроводный транспорт сжатого газа. Сеть трубопроводов высокого давления осуществляет связь газодобывающих регионов с регионами – потребителями. Конечные потребители получают сжатый газ с крупных газораспределительных станций, через систему газопроводов среднего и низкого давления.

Высокая стоимость, а иногда и технические сложности при прокладке газопроводов к удаленным от существующей сети потребителям вынуждает их переходить на другие энергоносители (уголь, мазут, электроэнергия).

Отдельную проблему представляет транспорт газа из малодебитных скважин с небольшим сроком службы, пробуренных с целью дегазации или добычи сланцевого газа. Строительство трубопроводов к таким скважинам будет рентабельным далеко не всегда.

В качестве альтернативного способа поставки природного газа сейчас предлагается сжиженный природный газ (СПГ, англ. LNG - Liquefied Natural Gas) получаемый при охлаждении природного газа.

Однако препятствием широкому распространению этого способа доставки газа являются высокие капитальные затраты на строительство заводов по его сжижению и эксплуатационные затраты при его охлаждении до -162°С.

Альтернативой сжиженному газу и газопроводному транспорту может стать транспортирование его в сжатом виде в баллонах.

Компримированный природный газ (КПГ, англ. Compressed natural gas- CNG) — сжатый природный газ, используемый в качестве моторного топлива, а также для автономного газоснабжения. Компримированный природный газ производят путем сжатия (компримирования) природного газа в компрессорных установках.

Предлагаемые модули должны содержать блок баллонов, транспортный контейнер, аппаратуру управления и контроля. Характеристики модуля приведены в табл. 1

Табл. 1. Технические характеристики газобаллонного модуля.

Параметр	
Рабочее давление, МПа (кг/см ²)	24,5 (250)
Число баллонов в кассете модуля	6
Длина баллона, мм	6000
Диаметр баллона, мм	350
Масса порожнего баллона, кг	275
Масса кассеты, кг	600

Масса модуля, кг	2250
Вместимость одного баллона, л	360
Запас газа, м ³	540

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ГАЗОБАЛЛОННЫХ МОДУЛЕЙ РАСХОДА ГАЗА ПРИ ОТОПЛЕНИИ КОМПРИМИРОВАННЫМ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ ПРИВЕДЕН В ТАБЛ.2 ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА – 220 ДНЕЙ.

ТАБЛ.2 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА МОДУЛЕЙ И РАСХОДА ГАЗА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА 220 ДНЕЙ И СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЕ – 20°С, ВЫСОТЕ ПОТОЛКОВ 2,6М.

№ П/П	ПЛОЩАДЬ ПОМЕЩЕНИЯ, М ²	РАСХОД ГАЗА, М ³	СУТКИ/К-ВО ЗАМЕН МОДУЛЕЙ	К-ВО МОДУЛЕЙ НА ОБЪЕКТЕ, ШТ.
1	100 (КОТТЕДЖ)	1830	220 / 1 раз в сезон	3+1(резерв) = 4
2	2000 (ПОСЕЛОК – 20 ДОМОВ)	36600	30 / 7- (один раз в месяц)	10 x 2 =20
3	4000 (5ЭТ. ДОМ)	73200	15 / 14- (два раза в месяц)	10 x 2 =20

Порядок установки и замены модулей на объектах: с началом отопительного сезона на оборудованной площадке устанавливаются заправленные газом модули в двойном количестве, т.е. два блока модулей. Газ расходуется из одного блока. Когда запас газа в первом блоке модулей заканчивается, потребитель переключается на второй блок. Первый блок заменяется новым блоком модулей, заправленных газом. Замененные модули заправляются газом и развозятся по другим объектам. Таким образом, у потребителя всегда находится двойное количество модулей, что обеспечивает гарантированное снабжения газом в случаях возникновения нештатных ситуаций. Модули, находящиеся в обороте, т. е. не установленные на площадках потребителей, в расчете не учтены. Масса порожнего модуля – 2250 кг, масса заправленного модуля – 2614,5 кг. Масса 10-ти перевозимых заправленных модулей – 26,2 т. Перевозку может осуществлять седельный тягач с полуприцепом или автопоезд (МАЗ/КАМАЗ). Погрузка/разгрузка модулей – бортовым манипулятором.

Лубенець Т.М. студентка гр. ГРГ-10-9

Науковий керівник: Лубенець М.О., к.т.н., доцент кафедри «Транспортні системи та технології»

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВОЙ СПОСОБНОСТИ НА ПРИВОДНОМ БАРАБАНЕ КОНВЕЙЕРА

Передача тягового усилия гибкому телу, к концам которого приложены силы, трением осуществляется за счет силы трения, возникающей между ним и поверхностью приводного барабана, см. рис. 1. Если в качестве гибкого тела выбирать конвейерную ленту, то она, обычно, огибает один или два приводных барабана, примерно на 180 – 240 градусов.

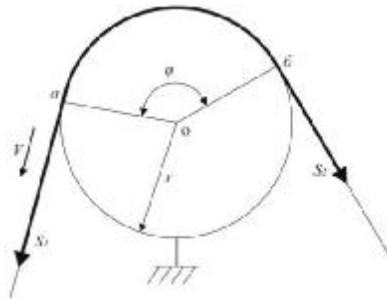


Рис. 1. Расчетная схема: S_1 , S_2 – натяжения в сбегающей и набегающей с барабана ветвях гибкого тела; r – радиус барабана; φ – угол обхвата барабана гибким телом; v – направление и скорость движения гибкого тела.

Определение тяговой способности приводного барабана конвейера при проектировании и эксплуатации осуществляется согласно выводов результатов решения задачи Эйлера о трения гибкого тела по блоку (законом трения гибких тел Эйлера или формулой Эйлера), полученным в 1775 г. [1-3]. Правильность выводов Эйлера никогда не подвергалась сомнению, они считались самыми совершенными и до настоящего времени используются во всем мире в науке, образовании и машиностроении.

По этому закону гибкое тело под действием приложенных к ее концам сил T_1 и T_2 скользит по неподвижному блоку в направлении большей силы, превышающей другую силу на величину суммарной силы трения, которая возникает между гибким телом и неподвижным блоком, а

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\varphi};$$

где T_1 – усилие натяжения гибкого тела в точке набегания; T_2 – усилие натяжения гибкого тела в точке сбегаания; φ – угол обхвата барабана гибким телом; μ – коэффициент трения скольжения между гибким телом и блоком.

Расчет тяговой способности конвейера сейчас осуществляется по минимальному натяжению в набегающей или сбегающей с барабана ветвях конвейерной ленты, выбранному с некоторым запасом согласно известному решению. При этом регламентируется натяжение гибкого тела лишь в одной из точек набегания или сбегаания:

$$T_{\text{min}} = \frac{F_0 k_T e^{\mu\varphi}}{(e^{\mu\varphi} - 1)};$$

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

где T_{1min} – минимальное усилие натяжения конвейерной ленты в точке набегания; T_{2min} – минимальное усилие натяжения конвейерной ленты в точке сбегания; F_0 – тяговое усилие, которое необходимо реализовать; k_T – коэффициент запаса тяговой способности.

Например, для конвейеров коэффициент запаса тяговой способности k_T достигает 20% и 40 %, а для подъемных машин со шкивом или барабанов трения достигает 130 %, что вызывает много вопросов и сомнений.

Вместе с тем, известное решение не описывает условия, когда одно из усилий, приложенное к одному из концов гибкого тела, равно нулю. Кроме того, сила трения между барабаном и конвейерной лентой, полученная экспериментально, намного выше (до 30%) в сравнении с его прогнозным значением, полученным с использованием формулы Эйлера. Все это породило сомнение в правильности решения известной задачи [1].

Однако, несмотря на несовпадение теоретических прогнозов в соответствии с выводами Эйлера и данными практики, а также многочисленные попытки ученых уточнить известное решение, взявшими последние за основу, оно по-прежнему используется во всем мире как самое правильное.

Поэтому в 2007 г. и позже в ДВНЗ «НГУ» получено новое альтернативное решение задачи Эйлера, которое впервые за всю историю вопроса учитывает принцип сохранения энергии, двухпараметрический закон трения Кулона, господствующий сейчас в науке, и центробежные силы гибкого тела [4,5]. Оно хорошо согласуется с практикой. Согласно альтернативному решению задачи:

$$\frac{2(T_1 - T_2)}{(T_1 + T_2 - 2qv^2)} = \mu\varphi,$$

где q – линейная масса гибкого тела; v – скорость движения тела.

Согласно альтернативному решению для передачи гибкому телу заданного тягового усилия в установившемся режиме по условию сцепления достаточно обеспечить отвечающую ему нормальную реакцию между ним и барабаном, которая в отличии от выводов Эйлера не зависит от фрикционных свойств гибкого тела:

$$N = \frac{\varphi(T_1 + T_2 - 2qv^2)}{2} \geq \frac{F_0}{\mu},$$

где N – нормальная реакция между телами.

Или достаточно обеспечить соответствующее суммарное усилие натяжения гибкого тела в точках набегания и сбегания на приводном барабане, что является очевидным и понятным:

$$(T_1 + T_2) \geq \frac{2F_0}{\mu\varphi} + 2qv^2,$$

где $(N_1 + N_2)$ – усилие натяжения гибкого тела на барабане.

Перечень ссылок

1. Андреев А.В. Передача трением. – М.: Машгиз, 1963. – 112 с.
2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для вузов / [12-е изд.] – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.
3. Колчин Н.И. Механика машин. Т2. Кинестатика и динамика машин. Трение в машинах. - Л.: Машиностроение, 1972. - 456 с.
4. Лубенец Н.А. Альтернативный формуле Эйлера закон реализации тягового усилия трением // Науковий вісник НГУ. – Днепропетровск, 2008. – № 11. - С. 67 – 70.
5. Лубенец Н.А., Лубенец Т.Н. Влияние центробежных сил гибкого тела на реализацию тягового усилия трением. / Науковий вісник НГУ, № 5. – Дніпропетровськ, 2012. – с. 28-33.

Манукян Э.С. аспирант каф. ТСТ

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

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

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА МЕТАНА ИЗВЛЕКАЕМОГО ДЕГАЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Важнейшей задачей при проектировании и эксплуатации дегазационных систем шахт является выбор метода и средств измерения параметров газо-воздушной смеси. В настоящее время при добыче метана дегазационными системами угольных шахт измеряется только давление газа в скважинах, измерение же расхода, процентного содержания метана поступающего из скважин, динамика его изменения, систематически не контролируются. Обусловлено это тем, что существующие методы и средства измерения метана, надёжно работающие на линейных газопроводах, где природный газ периодически проходит стадии очистки и осушки, в шахтных условиях оказались неработоспособными, по причинам загрязнения поверхностей диафрагм, напорных трубок, датчиков измерения процентного содержания метана. В связи с этим выбор средств измерения является актуальной задачей, решение которой должно производиться с учетом условий эксплуатации и особенностей выбранного метода измерения расхода метана.

Основным методом измерения расхода газа в условиях шахтной дегазационной системы является метод переменного перепада давления на сужающем устройстве, при помощи тахометрических, вихревых и ультразвуковых расходомеров. Недостатком тахометрических и вихревых расходомеров является необходимость в поверочных установках, что повышает стоимость их эксплуатации по сравнению с расходомерами с сужающими устройствами.

Оптимальным методом измерения расхода на трубопроводах диаметром свыше 1000 мм является ультразвуковой. Точность измерения ультразвуковых расходомеров в одно- и двухканальном исполнении является не достаточной для их применения в дегазационных системах угольных шахт. Повышение точности измерений требует увеличения количества акустических каналов, что влечет за собой увеличение стоимости и снижает надежность системы из-за большего числа электроакустических преобразователей.

На объектах газовой промышленности расход газа и его количество измеряют в основном методом переменного перепада давления на сужающем устройстве. Что объясняется его дешевизной, простотой конструкции, возможностью эксплуатации практически при любых давлениях и температурах.

Применение расходомеров с сужающими устройствами ограничено диаметром трубопроводов не более 1000 мм, что соответствует области применения существующих дегазационных систем угольных шахт.

Погрешность измерения расхода с помощью расходомеров на базе сужающих устройств зависит от погрешностей применяемых средств измерения перепада давлений, абсолютного давления и температуры и составляет $\pm 0,5\%$.

Сужающим устройством называют техническое устройство, устанавливаемое в измерительном трубопроводе со сквозным отверстием для создания перепада давления среды путем уменьшения площади сечения трубопровода. Сужающие устройства работают в комплекте с вторичными преобразователями - дифманометрами. Показания дифманометров (механические, электронные) регистрируются и обрабатываются вручную планиметрами или с помощью электронных вычислителей.

Расчет и выбор сужающих устройств производят на основе температуры среды, диаметра трубопровода, среднего и максимального расхода, номинального давления и потери давления на сужающем устройстве. В результате расчета, выполняемого методом последовательных приближений, определяют тип сужающего устройства и его параметры. Затем по выбранному значению измеряемой разности давлений ΔP подбирают тип дифманометра с соответствующим пределом измерения.

Согласно ГОСТу 8.586.1-2005;8.586.5-2005 измерение расхода и количества жидкостей и газов производят с помощью стандартных сужающих устройств, в качестве которых применяются:

- стандартные диафрагмы;
- сопла и сопла Вентури;
- трубы Вентури.

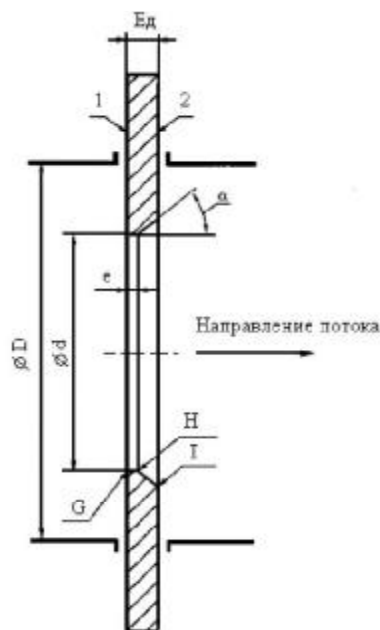


Рисунок 1 - Стандартная диафрагма:

1 - входной торец диафрагмы; 2 - выходной торец диафрагмы; ЕД - толщина диафрагмы; e - длина цилиндрической части отверстия диафрагмы; G, H, I - кромки; d - диаметр отверстия; D - диаметр проходного сечения измерительного трубопровода; a - угол наклона образующей конуса к оси отверстия диафрагмы (в пределах $45^\circ \pm 15^\circ$)

Вывод. Сравнительный анализ методов и средств измерения расхода газа позволяет утверждать, что наиболее приемлемым способом измерения расхода и количества метана извлекаемого дегазационными системами угольных шахт является метод переменного перепада давления на сужающем устройстве, в качестве которого выступает стандартная диафрагма.

Перечень ссылок

1. Шорников Е. А. Испытания различных приборов для учета расхода энергоносителей // Мат. конференции: Совершенствование средств измерения расхода жидкости, газа и пара.— СПб., 1994.
2. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: Кн. 1. / Под общей ред. Е. А. Шорников а.— СПб.: Политехника, 2002
3. РД50-411-83. Методика выполнения измерений с помощью специальных сужающих устройств.— М.: Изд-во стандартов, 1984.

Новосельцев В.В., аспирант каф. ТСТ

Науковий керівник: Бокій Б.В., д.т.н., професор кафедри транспортних систем і технологій

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

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА ПОВЕРХНОСТНЫМИ ДЕГАЗАЦИОННЫМИ СКВАЖИНАМИ НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО

Увеличение глубины разработки и интенсификация горных работ приводит к увеличению метановыделения в горные выработки, вследствие чего возникает угроза безопасности работающих шахтеров. Решение этой проблемы сводится к выполнению специальных мероприятий по предварительной, текущей и постэксплуатационной дегазации горного массива и созданию газотранспортных систем по выдаче на поверхность метановоздушных смесей.

Дегазация может проводиться с помощью скважин пробуренных с поверхности (ПДС), а также с помощью подземных скважин. Чаще всего поверхностные дегазационные скважины применяются в тех случаях, когда системой подземных скважин невозможно извлечь необходимый объем метана, для того, чтобы обеспечить допустимые уровни его содержания в выработках. Подземные дегазационные скважины позволяют извлекать метан не в таких больших концентрациях, чем поверхностные скважины, это приводит к тому, что поверхностные дегазационные скважины могут применяться как газодобывающие, а именно служить источником энергоресурсов не только для нужд шахты, а и для близлежащих регионов, что позволит получить дополнительные финансовые средства на развитие шахты в целом.

В Донбассе ПДС использовались на 15 угледобывающих предприятиях и только на четырех шахтах метан использовался в качестве энергоносителя, в остальных случаях он выбрасывался в атмосферу. В настоящий момент каптированный метан Донбасса используется в основном на шахтных котельных для производства тепла, хотя и существуют гораздо эффективные способы его применения. При этом на шахтных котельных используется всего около 80 млн. м³ газа в год, а 180 млн. м³ сжигается факелами. Эффективным методом использования газа угольных пластов является использование в качестве моторного топлива газотурбинных или газодизельных электроагрегатов с утилизацией тепла [1].

Одним из передовых предприятий, которое имеет большой опыт в бурении ПДС, является шахта им. А.Ф. Засядько. Это предприятие уже более 30 лет проводит мероприятия по дегазации углепородного массива с поверхности и имеет совместные разработки по технологии извлечения метана с помощью ПДС в сотрудничестве с ведущими научно-исследовательскими институтами Украины.

В научном кругу устоялось мнение, что перераспределение потоков метана в подработанном углепородном массиве происходит по-разному, в зависимости от зоны влияния горных работ. Всего выделяют 4 зоны:

1. Зона полного обрушения пород, мощностью до 8 вынимаемых мощностей пласта, которая характеризуется беспорядочным обрушением породного материала и максимальной газоотдачей в выработанное пространство.
2. Зона повышенной трещиноватости – мощностью до 15 вынимаемых мощностей пласта, которая характеризуется обрушением горных пород блоками, максимальное газовыделение в этой зоне происходит на границах блоков.

3. Зона крупных систем трещин – мощностью до 30 вынимаемых мощностей пласта, максимальное газовыделение наблюдается в местах наибольшего обнажения горных пород.

4. Зона плавного прогиба – мощностью до 150 вынимаемых мощностей пласта, которая характеризуется плавным прогибом слоев горных пород и наличием небольшого количества систем трещин.

Принципиальная схема влияния горных работ на разгрузку пород от горного давления представлена на рис. 1 [1].

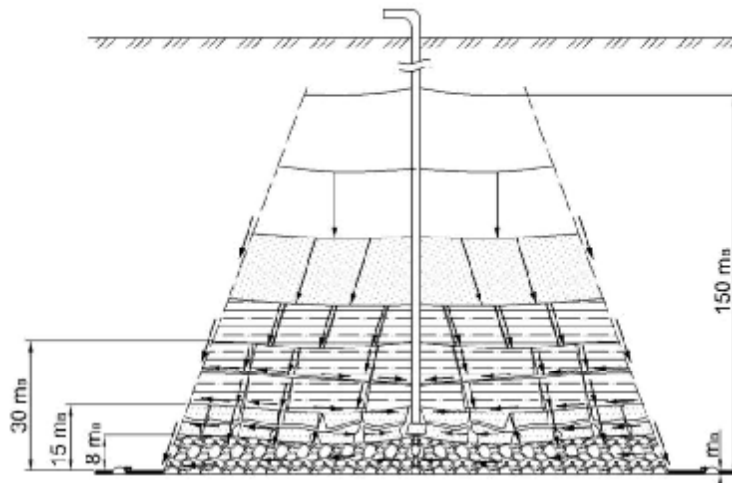


Рис. 1. Принципиальная схема разгрузки углевещающего породного массива от горного давления

В связи с таким разделением на зоны, были обоснованы параметры бурения поверхностных дегазационных скважин, так, например, забой скважины располагается на расстоянии 6-8 вынимаемых мощностей по нормали к пласту, который разрабатывается. Этот факт обусловлен тем, что газ из первой зоны под влиянием шахтной депрессии мигрирует от откаточной к вентиляционной выработке и его нецелесообразно улавливать поверхностными скважинами в связи с достаточно большими подсосами воздуха в газоприемную часть скважины. Поэтому, так называемый «быстрый газ», который выделяется за довольно небольшой промежуток времени и не является приоритетным для его извлечения ПДС.

Основной задачей ПДС является извлечение метана из подработанного углеродного массива из 2,3,4 и частично из 1 зоны. Поэтому длина перфорированной части скважины приблизительно составляет 150 вынимаемых мощностей пласта. Перфорация производится отверстиями с диаметром, который находится в пределах от 10 до 15 мм, а на один метр приходится 20 перфорационных отверстий. После сооружения скважину оборудуют манометром, водоотделителем, сепаратором, и выкидным трубопроводом («свечей») [2].

Перелік посилань

1. Звягильский, Е.Л. Добыча метана из угольных месторождений Донбасса. [Текст]: / Е.Л. Звягильский, Б.В. Бокий, О.И. Касимов. – Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2011.-150с.
2. Ефремов, И.А. Комплексная дегазация угольных пластов и их спутников в шахтах. [Текст]: /И.А. Ефремов. – Горноспасательное дело, 2012. 36 – 45 с.

Расцветаев В.О., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ МОНТАЖУ ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ ШАХТ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Запропонована нова транспортно-технологічна система на базі застосування дизельних монорейкових підвісних доріг. Наведено нову схему монтажно-демонтажних робіт для своєчасного забезпечення фронту очисних робіт у складних умовах розробки тонких пологих пластів Західного Донбасу.

Відомі схеми виконання монтажно-демонтажних робіт базуються на застосуванні надгрунтових видів допоміжного транспорту, які використовуються при відпрацюванні виїмкових стовпів, проведенні підготовчих виробок та спорудженні монтажних камер [1]. Основним недоліком даних схем є необхідність виконання великого обсягу перевантажувальних операцій. Більше того, при транспортуванні секцій механізованого кріплення по виробкам з інтенсивним здиманням порід підшви відмічається багаторазове збурення транспортних одиниць.

Для запобігання вищенаведених недоліків нормативними документами галузі [2] пропонується схема із застосуванням підвісних монорейкових доріг в якості допоміжного транспорту. Але рекомендована схема передбачає наявність додаткового комплексу очисного обладнання для коригування часу завершення очисних та початку монтажно-демонтажних робіт. Сутність її полягає в тому, що при відпрацюванні 75 % запасів в діючому виїмальному стовпі на денній поверхні шахти повинен пройти підготовку та випробування резервний комплекс очисного обладнання, передбачений для монтажу в монтажній камері нового стовпа, і, до моменту завершення очисних робіт у діючому виїмковому стовпі, бути змонтованим та готовим до експлуатації.

В умовах інтенсифікації гірничих робіт та нових вимог щодо обслуговування очисних комплексів високого технічного рівня подібні схеми не ефективні, тому для специфічних умов шахт Західного Донбасу рекомендується спосіб підготовки виїмкових стовпів з виконанням монтажно-демонтажних робіт за інтегрованою схемою (рис. 1)

При розробці наведеної схеми ставилась задача удосконалити відомий спосіб підготовки нових виїмкових стовпів шляхом застосування дизельних підвісних монорейкових доріг та узгодження у просторі і часі технологічних операцій для забезпечення безперервної відробки запасів вугільних шахт.

Поставлена задача вирішувалась шляхом поопераційного моделювання варіантів монтажу демонтованих секцій механізованого кріплення з початку, середини та кінця монтажної камери. За результатами моделювання була рекомендована схема поетапного виконання монтажно-демонтажних робіт з середини монтажної камери. Перший етап включає підготовку монтажної камери, в яку демонтовані секції із відпрацьованого виїмкового стовпа доставляють підвісною дизельною дорогою у нерозібраному стані безпосередньо до місця монтажу. На другому етапі в спорудженій монтажній камері продовжується одночасний монтаж секцій механізованого кріплення з протилежних напрямків у бік конвеєрного та бортового хідника.

Транспортування секцій механізованого кріплення з відпрацьованого очисного вибою (Об'єкт №1) може здійснюватися двома маршрутами:

– по бортовому хіднику 5 об'єкта №2 і далі, за наявністю змонтованого ставу монорейкової дороги, через дренажний штрек 3 в конвеєрний хідник 4 об'єкта №2 до монтажної камери 6;

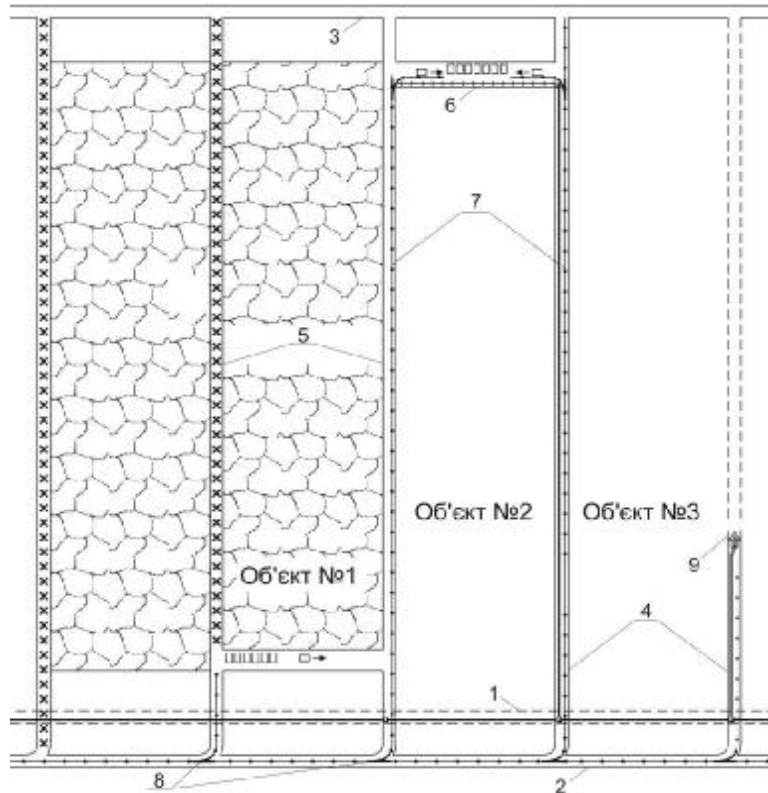


Рисунок 1 – Схема підготовки та відробки запасів шахти:

- 1 – магістральний конвеєрний штрек, 2 – магістральний відкаточний штрек,
 3 – дренажний штрек, 4 – конвеєрний хідник, 5 – бортовий хідник, 6 – монтажна камера,
 7 – став підвісної монорейкової дороги, 8 – спеціальні стрілкові переводи,
 9 – проведення конвеєрного хідника.

– по бортовому хіднику 5 об'єкта №2 до магістрального відкаточного штреку 2 і далі по конвеєрному хіднику 4 об'єкта №2 в монтажну камеру 6.

Крім того, запропонована схема передбачає високі темпи підготовки запасів до очисного виймання, не зважаючи на наявність такого негативного явища, як здимання гірських порід підготовчих виробок, яке, у свою чергу, знижує ефективність підготовчих робіт при використанні надгрунтових видів транспорту.

Таким чином, за рахунок монтажу очисного обладнання з відпрацьованого очисного вибою (об'єкт №1) в монтажну камеру 6 (об'єкт №2) в її середній частині скорочуються загальні витрати часу при виконанні монтажних-демонтажних робіт на 15 – 17 %. Тобто вдосконалення системи допоміжного транспорту на базі комплексного використання дизельних підвісних монорейкових доріг буде сприяти не тільки виконанню монтажних-демонтажних робіт на пологих пластах, а в цілому буде сприяти інтенсифікації гірничо-підготовчих робіт при видобутку вугілля в специфічних умовах шахт Західного Донбасу.

Перелік посилань

1. Бондаренко В.И. Технология подземной разработки: Учебник для вузов / Бондаренко В.И., Кузьменко А.М., Грядущий Ю.Б., Гайдук В.А., Колоколов О.В., Табаченко Н.М, Почепов В.Н. – Днепропетровск, 2003. – С. 272 – 284.
2. Технологические схемы подземного транспорта выемочных участков на угольных шахтах (для пологих пластов с углом падения до 18°) / [Институт горного дела им. А.А. Скочинского]. – М.: 1972. – С. 74 – 75.

Соколова К.О. студентка гр. ГІ-13-7с, **Ланевич С.О.** випускник 2013 р. гр. ГІ-08-7
Наукаовий керівник: Панченко В.В., к.т.н., професор кафедри відкритих гірничих робіт
(*Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”*)

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ГОРИЗОНТОВ В УСЛОВИЯХ КАРЬЕРА ЕРИСТОВСКОГО ГОКА

В представленной работе было рассмотрено два варианта так называемой бестраншейной подготовки горизонтов. Отличие бестраншейной подготовки горизонтов от траншейной состоит в том, что, после того, как экскаватор вскрыл горизонт, т.е. прошел наклонную траншею и создал рабочую площадку, позволяющую установить и погрузить транспортное средство, разрезная траншея (подготовительная выработка вытянутой формы) не проводится. При этом выемка горной массы производится в контуре, близком к округлой или квадратной форме. Созданную таким образом подготовительную выработку в практике часто, в отличие от траншеи, называют котлованом.

Отмеченная выше минимальная рабочая площадка, позволяющая начать горно-транспортные работы, образует т.н. первоначальный котлован. В дальнейшем он расширяется во все стороны одним или несколькими экскаваторами до достижения плановых контуров горизонта.

На стадии эксплуатации карьера такая бестраншейная подготовка горизонта заканчивается при достижении длины фронта горных работ нормативного значения для каждого экскаватора, выполнявшего подготовку горизонта.

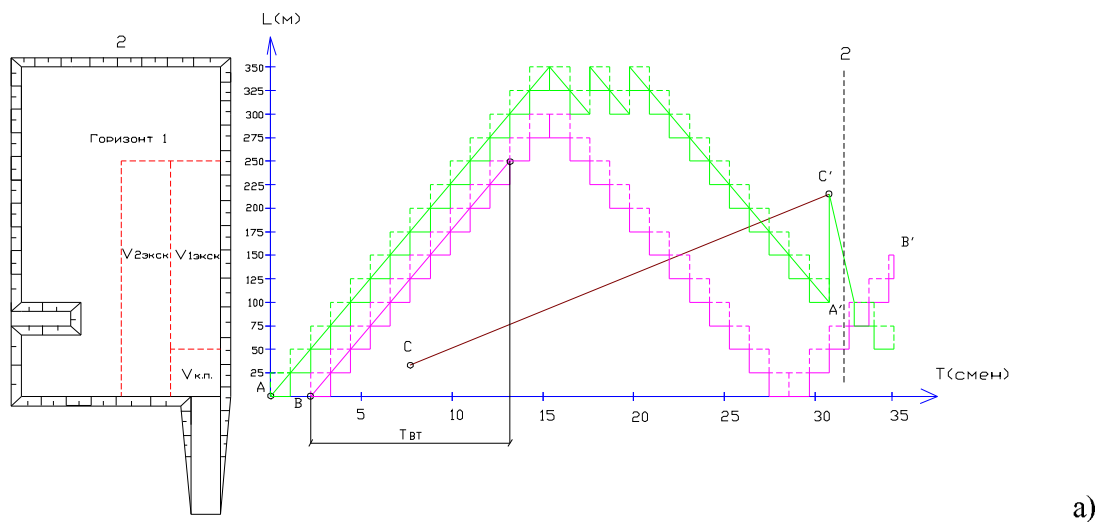
Для стадии строительства карьера (на которой находится Еристовский ГОК) предлагается считать, что подготовка горизонта начинается после проходки первоначального котлована и заканчивается при достижении котлована размеров, позволяющих начать вскрытие следующего горизонта.

После проходки первоначального котлована и начала его расширения первым экскаватором, появляется возможность введения на горизонт второго экскаватора на расширение котлована. Второй экскаватор продолжает расширять начальный котлован в нужном направлении до достижения его плановых контуров. Также через определенное время котлован достигнет размеров, позволяющих нам установить буровой станок и начать буровые работы. На рисунке 1 изображена схема для определения минимальных размеров котлована для начала буровых работ при встречных (рис. 1, а) и однонаправленных (рис. 1, б) вскрывающих траншеях.

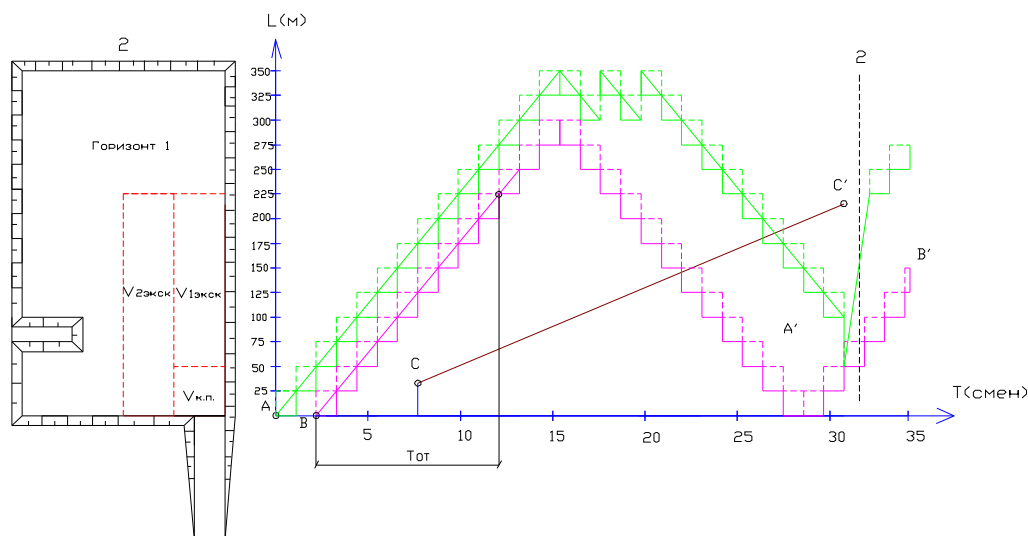
После достижения плановых контуров котлована на момент окончания подготовки горизонта для двух экскаваторов, начинается проходка вскрывающей траншеи на следующий нижележащий горизонт и его подготовка при помощи первоначального котлована. Вскрывающая траншея на следующий нижележащий горизонт имеет противоположное направление относительно вскрывающей траншеи рассматриваемого горизонта - это при встречных вскрывающих траншеях (рис. 1, а), и является продолжением вскрывающей траншеи в том же направлении при однонаправленных вскрывающих траншеях (рис. 1, б).

По результатам расчетов сравниваемых схем, можно сделать вывод, что при подготовке горизонтов на карьере Еристовского месторождения более выгодна схема при однонаправленных вскрывающих траншеях на горизонт. Данная схема позволяет получить следующие преимущества:

- 1) уменьшение объемов извлеченной горной массы при подготовке горизонта на 10%;
- 2) уменьшение затрат на выемочно-погрузочные и транспортные работы на 28%.



а)



б)

Рисунок 1 – Схемы бестраншейной подготовки горизонтов и график организации работ (планограмма): а) при встречных вскрывающих траншеях, б) однонаправленных вскрывающих траншеях.

Перечень ссылок

1. Интенсификация горных работ в карьерах / А.И. Арсентьев, А.А. Ещенко, Б.К., Оводенко, Р.С. Пермяков. – М.: Недра, 1965. – 279с.
2. Организация, планирование и управление производством в горной промышленности. / Н.Я. Лобанов, Ф.Г. Грачев, С.С. Лихтерман и др. – М.: Недра, 1989. – 516с.
3. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Производственные процессы. – М.: Недра, 1985. – 505 с.

Тарасова Д.С. студентка гр. ГІ-13-7с

Гратевич В.С. выпускник 2013 р. гр. ГІ-08-7

Наукаовий керівник: Панченко В.В., к.т.н., професор кафедри відкритих гірничих робіт

(Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”)

МЕТОД ПОСТАНОВКИ РАБОЧЕГО БОРТА КАРЬЕРА ПОЛТАВСКОГО ГОКА В ПРЕДЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

При применяемой технологической схеме, при постановке первого уступа в проектное положение (показать рисунок), съезд соединяющий дорогу на горизонте с дневной поверхностью также погашается. Следовательно, изменяется направление транспортирования. Горная масса перевозится вниз по южному борту карьера, затем по перемычке и по западному борту карьера до автомобильно-железнодорожного перегрузочного пункта. После железнодорожным транспортом она транспортируется до пункта разветвления трасс на восточные отвалы. Соответственно увеличивается себестоимость транспортирования горной массы больше чем в семь раз.

В связи с этим предлагается новая технологическая схема постановки борта в проектное положение (рисунок 1).

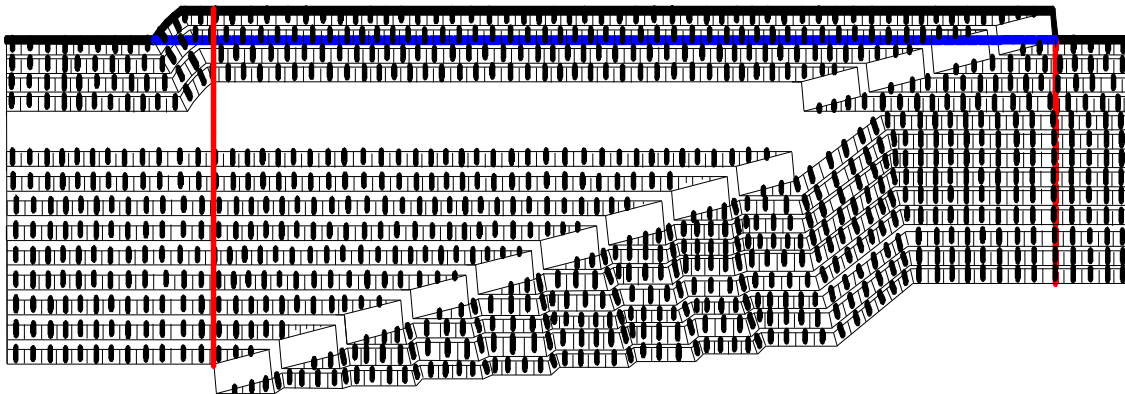


Рисунок – 1 Расположение дороги на конец постановки участка борта в предельное положение при предлагаемой технологической схеме.

Сущность ее заключается в том, чтобы провести дополнительные выемочно-погрузочные работы, так называемую “врезку”, для перемещения дороги за проектный контур. При этом суммарные затраты по предлагаемой технологической схеме должны быть меньше традиционной.

Следовательно, при постановке первого уступа в проектное положение, съезд не погашается, как это предусмотрено в традиционной технологической схеме, транспортная связь с дневной поверхностью не прерывается. Горная масса перевозится автотранспортом до перегрузочного пункта, размещенного на южном борту карьера и далее железнодорожным транспортом до пункта разветвления трасс на восточные отвалы. Таким образом, происходит постановка четырех верхних уступов в проектное положение. Так как дальнейшее использование предлагаемой технологической схемы как видно с рисунка зависимость суммарных затрат от вынимаемого горизонта не целесообразно (рисунок 2).

Красным цветом показан график суммарных затрат при традиционной технологической схеме, а именно затраты на транспортирование автомобильным транспортом, перегрузку и транспортирование железнодорожным транспортом.

Фиолетовым показан график суммарных затрат при предлагаемой технологической схеме, а именно затраты на выемку дополнительных объемов, транспортирование автомобильным транспортом и перегрузку.

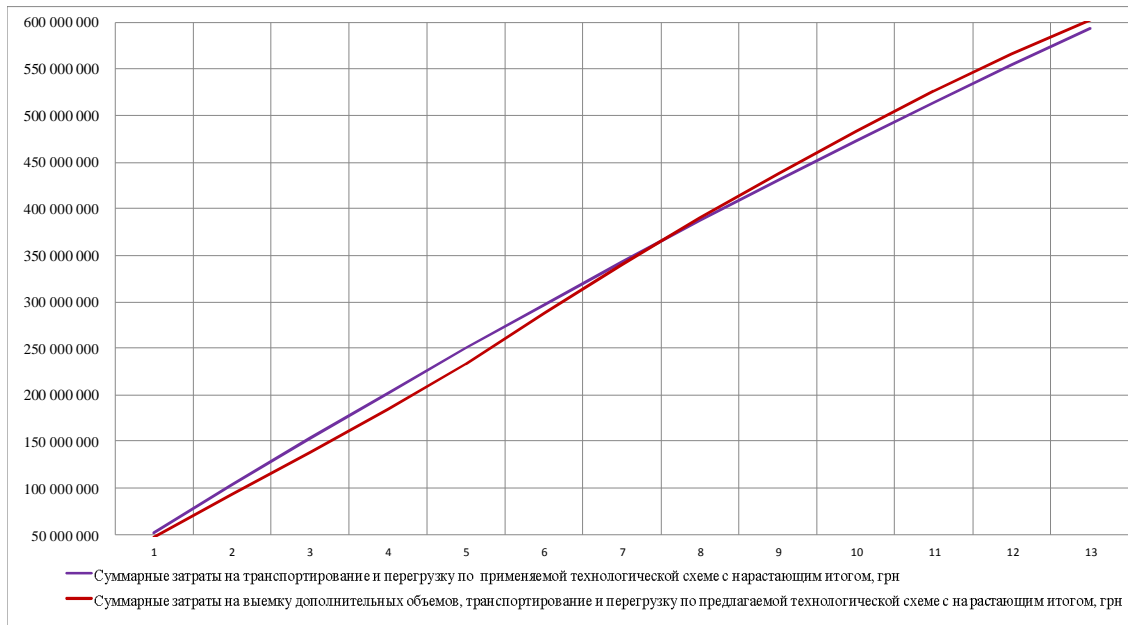


Рисунок 2 – Сравнение суммарных затрат с нарастающим итогом применяемой и предлагаемой технологических схем от номера рабочего горизонта

Условием целесообразности предложенной технологической схемы есть то, что суммарные затраты по ней должны быть меньше, чем для применяемой. В нашем случае такая целесообразность наблюдается для постановки по предложенной схеме в предельное положение верхних четырех уступов. Начиная с пятого уступа, постановку борта карьера целесообразно производить традиционной технологической схемой.

Суммарные затраты на постановку четырех верхних уступов составляют:

- для применяемой технологической схемы – 202200948 грн;
- для предлагаемой технологической схемы – 184358756 грн.

Таким образом, постановка борта в предельное положение в пределах прирезки четырех уступов позволит сэкономить 17842191 грн.

Перечень ссылок

1. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки, т. 1. – М.: Недра, 1971. – 512 с.
2. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Производственные процессы. – М.: Недра, 1985. – 505 с.
3. Хохряков В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. - М.: Недра, 1991. – 332 с.

Чебанов М.О. студент гр. ГРгС-12-4

Науковий керівник: Денищенко О.В., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КАРЬЕРА "ДОЛОМИТНЫЙ" ДОКУЧАЕВСКОГО ФЛЮСО-ДОЛОМИТНОГО КОМБИНАТА

Карьером "Доломитный" осуществляется разработка Комсомольского участка Еленовского месторождения известняков и доломитов.

Производительность карьера по полезному ископаемому в рабочем проекте принята равной 5,5 млн. тонн в год.

Разработка полезного ископаемого и вскрышных пород производится экскаваторами ЭКГ-5А с погрузкой в автосамосвалы и последующей транспортировкой полезного ископаемого на перегрузочные площадки, а вскрышных пород - в отвалы.

Размеры карьера по верху : длина 1140м, ширина 1200м. Глубина карьера составляет 130м. Эксплуатационные запасы известняков – 95 млн. т.

Общая технологическая транспортная схема представлена маятниковой схемой движения автосамосвалов в карьере, транспортирование полезного ископаемого и вскрышных пород производится непосредственно из забоя от экскаваторов, расположенных на соответствующих горизонтах к перегрузочным пунктам или в отвалы.

Для усовершенствования автотранспортной системы на карьере "Доломитный" предлагается заменить существующий подвижной состав представленный автосамосвалами БелАЗ-549наболее современный.

При выборе подвижного состава необходимо учитывать:

- соответствие подвижного состава физико-механическим свойствам перевозимого груза и расстояниям перевозки;
- дорожные условия работы подвижного состава;
- тип и мощность погрузочно-разгрузочных механизмов и их соответствие грузоподъемности подвижного состава;
- себестоимость транспортной работы;
- максимальную производительность подвижного состава в заданных условиях.

В настоящее время на карьере используются автосамосвалы, при этом среднее расстояние в грузовом направлении составляет 2 км.

Перечисленным условиям эксплуатации по своим характеристикам соответствуют автосамосвалы БелАЗ-7548А и БелАЗ-7547.

Автосамосвал БелАЗ -7548А грузоподъемностью 42т - карьерный автосамосвал, выпускаемый "Белорусским автомобильным заводом". Его собственная масса 30т, максимальная скорость передвижения - 50км/ч, длина - 8м, ширина 4,4 м, высота 4,3м.

Автосамосвал БелАЗ-7547 грузоподъемностью 45т имеет массу 33т, максимальная скорость движения 50 км/ч, длина 8м, ширина 4,6м, высота 4,4м.

Для сравнения вариантов проведен расчет часовой производительности автомобилей, в результате которого получен график зависимости производительности от длины транспортирования, для конкретных горно-геологических условий карьера (рис. 1).

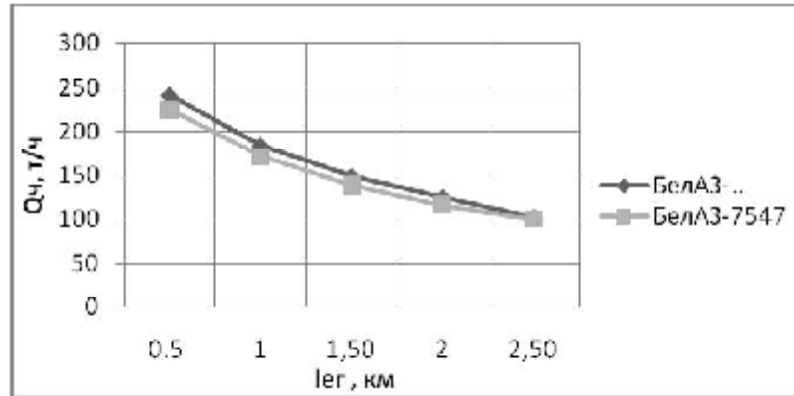


Рисунок 1- График зависимости производительности от длины транспортирования

Анализ графика показывает, что рационально использовать автосамосвал БелАЗ-7547с большей часовой производительностью.

Согласно выполненным расчетам топливной экономичности БелАЗ-7548А потребляет 0,097 л/ткм, а БелАЗ-7547 0,091 л/ткм, что также подтверждает эффективность предлагаемого решения.

Структура себестоимости в случае использования предлагаемого варианта приведена на рис. 2.

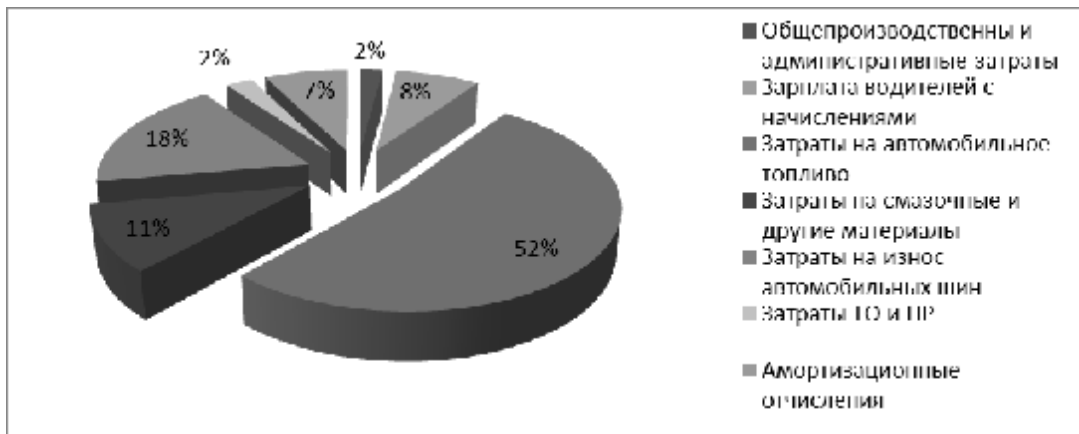


Рисунок 2 - Структура себестоимости

Основные технико-экономические показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1

Общепроизводственные технико-экономические показатели

№	Наименование	Значения
1	Сумма валовых доходов, грн	1540162,31
2	Сумма расходов, грн	1166789,63
3	Себестоимость 1 ткм, грн	1,375
4	Балансовая прибыль, грн	65340,22
5	Общая рентабельность %	8,3

Таким образом предлагаемый вариант рентабелен и, соответственно, может быть реализован в данном карьере.

Шустов О.О. с.н.с. каф. відкритих гірничих робіт
(Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”,
м. Дніпропетровськ, Україна)

ОБГРУНТУВАННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ РОЗКРИТТЯ ТА ПІДГОТОВКИ ОБВОДНЕНИХ ГОРИЗОНТІВ ГЛИБОКИХ БУРОВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ

Вступ. У сучасних умовах розвиток енергетики в Україні неможливий без сталого видобутку вугілля, яке займає провідне місце в ряду вітчизняних енергоносіїв. Потужні родовища Олександрійського району практично відпрацьовані. Поряд з цим Степківське, Берекське та інші Північно-Західного регіону мають значні запаси сировини і можуть забезпечити енергетичну незалежність держави на довгий термін.

Актуальність теми. Унікальні родовища бурого вугілля, сформовані в депресійних вирвах над сольовими діапірами, представляють абсолютно новий генетичний тип родовищ, що не мають світових аналогів. В порівнянні з малопотужними пластами (2 – 8 м) та високим коефіцієнтом розкриття (до 15 м³/т) родовищ Олександрійського району поклада бурого вугілля глибоких обводнених родовищ досягають потужності 74 м при глибині залягання до 380 м. Серед супутніх корисних копалин слід виділити – вуглисті, вогнетривкі та керамічні глини, діатоміти, сірчані руди, руди свинцю, цинку і ртуті, розташовані в розкривній частині родовища. Їх попутній видобуток і переробка значно поліпшить економічну складову гірничих робіт. Тому середній коефіцієнт розкриття становить біля 1. Однак всі вони мають досить складні гірничо-геологічні та гідрогеологічні умови.

Слід відмітити, що організація розкриття суттєво обводнених глибоких буровугільних родовищ у світовій практиці відсутня, тому актуальним залишається **обгрунтування послідовності формування системи розкриття** обводнених продуктивних горизонтів з одночасним осушенням робочої зони глибокого кар'єру від підземних вод.

У якості **об'єкту дослідження** буде технологія і організація розкривних робіт і пов'язані з ними технологічні процеси зневоднення гірського масиву мульдоподібних вугільних шарів.

Предмет дослідження – закономірності зміни параметрів розкриття в залежності від складних гірничо-геологічних умов розробки.

Мета роботи полягає в науковому обгрунтуванні параметрів розкриття обводнених глибоких буровугільних родовищ України.

Основна частина. На прикладі Ново-Дмитрівського родовища виконано аналіз водоприпливів до виробок розкриття, який показав, що обводнену частину можливо розкрити єдиним способом за допомогою земснарядів. При цьому основною задачею нової технології являється керування процесом переміщення кривої депресійної воронки у межах кар'єрного поля за допомогою інтенсивності відпрацювання обводненої частини родовища земснарядами. Саме за рахунок цієї інтенсивності передбачено систематичне осушення верхніх горизонтів (рис.). Зміну параметрів депресійної воронки у часі й за глибиною можливо описати аналітично з урахуванням посування фронту гірничих робіт.

$$R = 10H_m \sqrt{K_\phi T_p}$$

де R – радіус впливу воронки депресії, м.;

H_m – поточна глибина кар'єру, м;

K_ϕ – коефіцієнт фільтрації порід;

T_p – термін розкриття горизонтів, роки.



Рисунок – Схема послідовності розкриття продуктивних покладів Ново-Дмитрівського буровугільного родовища: 1 – горизонти бурого вугілля; 2 – розрізні траншеї розкриття; 3 – контури кар'єрного поля; 4 – лінії депресійної воронки; 5 – водознижуючі свердловини

З рис. видно, що поступове поглиблення дна розрізної траншеї до кінцевої глибини кар'єру призводить до зростання площі осушення у верхній частині родовища. Але цього замало для безпечної роботи потужного обладнання при розширенні робочої зони для забезпечення необхідної площі розкриваємих нижніх горизонтів. Тому єдиним економічним способом розкриття обводненої частини родовища буде застосування засобів гідромеханізації, що дозволить поряд з вийманням м'якої гірничої маси вести й паралельну відкачку підземних вод для осушення кар'єру.

Формування системи розкриття починається драглайнами від земної поверхні, а при досягненні рівня підземних вод на дні нижньої із траншей встановлюється земснаряд. Розпушена гірнична маса транспортується на поверхню за допомогою напірного трубопроводу і складається у зовнішні відвали по різновидам [1]. Для підйому води з великої глибини на кожному горизонті висотою 60 м встановлюються перекачуючі станції. Суглинки верхнього горизонту використовуються для будівництва дамб водосховищ. Відпрацювання верхніх осушених горизонтів передбачено роторними екскаваторами СРС-6300, нижніх – крокуючими екскаваторами ЕШ-20/90 у комплексі з відповідними бункерами-перевантажувачами, стрічковими конвеєрами і відвалоутворювачами, а обводнена їх частина – земснарядами МН 500-60. Кут укосу неробочого борту складає 25° , а робочого відповідно 20° . Значне зниження коефіцієнту розкриву при досягненні основного вугільного горизонту призводить до поступового зростання виробничої потужності кар'єру від 2,8 до 9 млн. т/рік.

Швидкість посування фронту гірничих робіт при вийманні обводненої гірничої маси з формуванням розрізних траншей земснарядами та розширенням їх потужними драглайнами і роторними комплексами на Ново-Дмитрівському буровугільному родовищі залежить від нормативної продуктивності обладнання та об'ємів розносу робочого борту. Тому, на основі побудови графіку виймання об'ємів бурого вугілля і порід розкриву встановлено, що час на розкриття верхнього, складного і основного горизонтів відповідно складе 7, 13 і 17 років.

Висновки. На основі аналізу гірничогеологічних умов залягання вугільних покладів визначені водопритоки у виробки розкриття при поступовому поглибленні гірничих робіт та розроблені технологічні рішення з осушення родовища в період його розкриття. Запропонований спосіб розкриття обводненої частини родовища дозволить зменшити час на розкриття продуктивних горизонтів бурого вугілля та відмовитись від консервації на дні кар'єра охоронного цілика об'ємом 90 млн. м³ та зменшити витрати електроенергії на видалення дренажної води обсягом 60 МВт/р.

Перелік посилань

1. Пат. 100419 Україна МПК (2011.01) Е 21 С 41/00 Спосіб розробки обводнених м'яких корисних копалин / Дриженко А.Ю., Нікіфорова Н.А., Шустов О.О.; заявл. 27.12.10; опубл. 25.12.12, Бюл. №24.

Юрченко О.О., ассистент

Денищенко А.В., доц., к.т.н.,

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

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ГРАНИТНЫХ КАРЬЕРОВ НА ВЫБОР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА КАНАТНЫХ НАПОЧВЕННЫХ ДОРОГ

На действующих гранитных карьерах Украины наибольшее распространение получил автомобильный транспорт, который используется практически на всех карьерах [1,2]. В качестве подъемно-транспортного оборудования на щебеночных карьерах может быть использован нетрадиционный для открытых горных работ вид транспорта – канатные напочвенные дороги (ДКН), работающие по принципу откатки грузов в вагонах при помощи замкнутого каната. Для того, чтобы избежать дополнительных капитальных затрат на проведение крутонаклонной траншеи, подъем горной массы с помощью этой установки на поверхность может осуществляться в существующей выездной траншее. Форма и размеры гранитных карьеров оказывают существенное влияние на параметры трассы внутренней траншеи, от чего в свою очередь зависит выбор подвижного состава канатных напочвенных дорог.

Цель работы – исследование влияния формы и размеров гранитных карьеров на выбор подвижного состава канатных напочвенных дорог.

Общеизвестно, что использование думпкаров для транспортирования скальной горной массы при открытой разработке месторождений является предпочтительным в следствии способности выдерживать значительные ударные нагрузки, большой грузоподъемности данных вагонов, а также удобства разгрузки в любую сторону железнодорожного пути. На прямолинейных участках в составе ДКН могут успешно применяться думпкары УВС-22, минимальные радиусы вписывания в кривые которых составляют не менее 50 м, что является ограничением использования ДКН с думпкарами в наклонных траншеях, где радиусы поворота не удовлетворяют этим требованиям.

На карьерах нерудных строительных материалов форма трассы внешних и внутренних капитальных траншей наиболее часто является прямолинейной в плане, однако на сравнительно глубоких карьерах, на которых длина трассы внутренней траншеи превышает длину борта карьера, может использоваться петлевая, спиральная или смешанная формы трассы.

Исследована возможность размещения выездной траншеи на нерабочем борту карьеров (табл. 1). Учитывая большое количество и разнообразие гранитных и каменных карьеров в исследованиях принята систематизация гранитных и каменных карьеров проф. Симоненко В.И. [3] с выделением четырех базовых типов карьеров. Поскольку размеры карьерного поля и проектная глубина у карьеров базовых типов различны, поэтому для каждого типа карьеров длины прямолинейных в плане участков трассы будут иметь различные значения.

Анализ полученных зависимостей показывает, что внутренние выездные траншеи с прямолинейной в плане формой трассы могут размещаться исключительно на одном нерабочем борте глубоких карьеров большой площади (тип 1) до глубины свыше 95 м, карьеров средней площади большой и средней глубины (тип 2,3) – до 50 м, карьеров малой площади и средней глубины (тип 4) – 30 м. Следовательно, гранитные и каменные карьеры могут разрабатываться с использованием для подъема горной массы из карьера и транспортирования на поверхности тяжелых канатных напочвенных дорог на 50... 75% от проектной глубины. Транспортирование полезного ископаемого с нижележащих горизонтов (до 3-х) может производиться внутрикарьерным автотранспортом.

Глубина карьера, при которой будет сохраняться прямолинейный участок трассы выездной траншеи на нерабочем борту, может быть увеличена за счёт вскрытия 2-х верхних горизонтов внешней капитальной траншеи, а остальных – внутренней выездной траншеей. В этом случае пункт загрузки ДКН может размещаться практически на отметке проектной глубины карьера.

Таблица 1

Размещение прямолинейной выездной траншеи на нерабочем борту

Параметры транспортных систем с ДКН	Типы карьеров			
	Большой площади, глубокие	Средней площади		Малой площади, средней глубины
		Глубокие	Средней глубины	
Прямолинейный участок <i>внутренней</i> выездной траншеи на одном нерабочем борту, м: – глубина карьера, м; – % от проектной глубины, м; – длина траншеи, м;	95 75 1200	50 55 700	50 66 700	30 75 410
Прямолинейный участок при вскрытии 2-х верхних горизонтов <i>внешней</i> , а остальных – <i>внутренней</i> выездной траншеей на одном нерабочем борту, м: – глубина карьера, м; – % от проектной глубины, м; – длина траншеи, м;	135 112,5 1610	80 89 1110	80 106 1110	60 150 820

Проведенные расчеты показывают, что на многих гранитных и каменных карьерах Украины возможно обеспечить прямолинейность в плане трассы выездных траншей до проектной глубины. Это, в свою очередь, дает возможность применять узкоколейные думпкары, например типа УВС-22, в составе канатных напочвенных дорог для транспортирования горной массы на гранитных и каменных карьерах.

Перечень ссылок

1. Совершенствование добычи и переработки пород на щебеночных карьерах / Воловик В.П., Коган И.Л., Карпенко А.В. [и др.] // Мат-ли міжн. конференції «Форум гірників-2010».– Д.: НГУ, 2010. – Т1. – С.97–104.

2. Симоненко В.И. Новые технологические схемы транспорта при разработке гранитных месторождений / В.И. Симоненко, А.В. Мостыка, А.В. Черняев // Науковий вісник НГУ. – 2007. – №10. – С.5–7.

3. Симоненко В. И. Систематизация гранитных и каменных карьеров для исследования ресурсосберегающей технологии их разработки / В. И. Симоненко, А.В. Черняев, А.В. Мостыка // Збірник наукових праць НГУ. Д: НГУ, 2007. – № 27. – С. 47-51.

Яркович А.І. аспірант кафедри ПРР

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

ЗАЛИШЕННЯ ПОРОДИ У ВИРОБЛЕНОМУ ПРОСТОРИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Вугільна промисловість є найважливішою сировинною базою електроенергетики та металургії України. За останні три роки рівень видобутку вугілля зріс на 14% з 75,2 млн.т у 2010 році до 85,9 млн.т у 2012р. Зростання рівня видобутку вугілля неможливе без забезпечення необхідного фронту очисних робіт, який, у свою чергу, забезпечується проведенням підготовчих виробок.

Проведення підготовчих виробок супроводжується видачею пустої породи. Це являє собою проблему не тільки економічного характеру (витрати на транспортування породи), а й екологічну.

Незважаючи на те, що в Донецькій, Дніпропетровській, Запорізькій, Луганській та Харківській областях зосереджено менш третини підприємств країни, які викидають у довкілля промислові відходи, їх надходження в цих регіонах становить більше 80% від сумарних обсягів по країні [1]. Основним джерелом надходження відходів у цих регіонах є гірничо промисловість.

Щорічно на шахтах Західного Донбасу проводиться близько 130 км виробок. При цьому вихід породи складає більш ніж 3,4 млн.т. Можливості розміщення породи на існуючих відвалах обмежені. У теперішній час у Західному Донбасі знаходиться в експлуатації 5 відвалів (ш. «Степова», ш. «Ювілейна», ш. «Західно-Донбаська», ш. «ім. Сташкова», ш. «Дніпровська»), які розташовані на 116 га землі. 2 породних відвала вже досягли своїх проектних розмірів (ш. «ім. Сташкова», ш. «Дніпровська»). Рішення з розміщення породи – розширення відвалів, які досягли проектних розмірів. Відтак постійно існує потреба відведення землі під відвали.

Породну масу доцільно залишати у виробленому просторі, адже це зменшить навантаження на підземний транспорт, підйом і, найголовніше, зникне необхідність відведення площі на поверхні під відвали.

Необхідність зменшення обсягів видачі породи потребує розробки нових технологічних рішень по розміщенню її у шахті. Одним із таких шляхів є складання породи у виробки, що погашаються.

Досвід розміщення породи у виробках досить невеликий. У 1990х роках на деяких шахтах Східного Донбасу (Росія) застосовувалась технологія складування породи у виробках з використанням скреперних і металевих установок стрічково-барабанного типу [2]. Ця технологія мала багато недоліків: складність вилучення металоарочного кріплення; низьку продуктивність скреперної установки; підвищені вимоги до виробки (перетин у просвіті не менше 9 м², наявність двох рейкових шляхів). Із застосуванням металевих закладних установок існувала необхідність використання надгрунтових доріг, які слугували для видачі матеріалів і устаткування, що в свою чергу призводило до використання великої кількості обладнання.

Альтернативою механічним способам розміщення породи є пневматичний спосіб, який доволі широко застосовувався у Центральному Донбасі (ПЗБ-1, ДЗМ-2, ЗС-240, ЗР), Германії (KZS, KZ, «Торкрет-Автомат»), Чехії (ЗС-240, ЗР). Цей спосіб мав місце при зведенні закладного масиву у виробленому просторі лав. Однак пневматичний спосіб є менш трудомістким, більш продуктивним, хоча і має підвищені вимоги до закладного матеріалу.

У табл. 1 наведені дані про проведення підготовчих та капітальних виробок ш. «Павлоградська» ПАО «ДТЕК Павлоградвугілля» за перше півріччя 2013 р.

Таблиця 1

Проведення підготовчих та капітальних виробок

Назва виробки	Довжина, м.п.	Площа, м ²		Об'єм породи, м ³
		Загальна	По породі	
Підготовчі виробки				
421 сб. штр.	517	12,7	8,94	4621,98
423 сб. штр.	566	12,7	8,94	5060,04
306 сб. штр.	1186	12,7	8,94	10602,84
345 сб. штр.	378	12,7	8,94	3379,32
345 борт. штр.	580	12,7	8,94	5185,2
102 сб. штр.	1103	12,7	8,94	9860,82
107 сб. штр.	660	12,7	8,94	5900,4
Капітальні виробки				
3 схід. дрен. штр.	242	15,7	11,05	2674,1
Вент. кв-г №2	420	15,7	11,05	4641
МВШ пл. С4	396	15,7	11,05	4375,8
4 схід. МВШ пл. С1	255	15,7	11,05	2817,75
Всього	6303			59119,25

Враховуючи коефіцієнт розрихлення який складає $k_p=1,4$, загальний об'єм породи буде дорівнювати **82767 м³**. Далі необхідно визначити можливості розміщення породи. У табл. 2 наведені дані про погашення виробок ш. «Павлоградська» ПАО «ДТЕК Павлоградвугілля» за перше півріччя 2013 р.

Таблиця 2

Погашення підготовчих та капітальних виробок

Назва виробки	Погашено		
	Довжина, м.п.	Площа, м ²	Об'єм, м ³
Підготовчі виробки			
341 сб. штр.	557	11,2	6238,4
341 борт. штр.	310	11,2	3472
417 борт. штр.	175	11,2	1960
300 борт. штр.	1047	11,2	11726,4
105 сб. штр.	427	11,2	4782,4

888 борт. штр.	76	11,2	851,2
886 борт. штр.	410	11,2	4592
Капітальні виробки			
Дрен. штр.	50	13,8	690
3 ^{біс} схід. МВШ	37	13,8	510,6
Дрен. кв-г	660	13,8	9108
1 схід. МВШ пл. С ₆	169	13,8	2332,2
Всього	3918		46263,2

Згідно наведених даних в виробках, що погашаються можливо розмістити 56% породи від проведення виробок. Відтак існує необхідність пошуку технологічних схем та обладнання для провадження технології залишення породи від проведення підготовчих виробок у виробленому просторі шахт.

Перелік посилань

1. Использование шахтной породы для производства фундаментных блоков и бетонов. – Электронный ресурс. Режим доступа http://www.torezavtomatika.narod.ru/index2_files/253.html.
2. Нешитин В.М., Курченко Э.П., Афанасьев В.В. Технология оставления породы в погашаемых выработках // Уголь, 1990, №3. С.30