

Том 1

Технології

видобутку корисних

копалин

УДК 622.324.5

Андреева Д.А студентка гр.184с-16-9**Научный руководитель: Федоренко Э.А., к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и технологий***(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», город Днепр, Украина)***ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН ФОНТАННЫМ СПОСОБОМ**

Для извлечения газов в угленосных отложениях в зависимости от горно-геологических условий применяют следующие способы:

- подземную дегазацию разрабатываемых угольных пластов спутников, газонасыщенных пачек песчаников;
- опережающее бурение подземных и поверхностных дегазационных скважин в зоне дробления и повышенной трещиноватости, сопровождающие дизъюнктивные и пликативные нарушения;
- извлечение газа с помощью скважин, пробуренных с поверхности в подработанную очистными выработками газонасыщенную угленосную толщу;
- добычу газа с помощью вертикальных скважин, в которых проводится гидроразрыв для повышения газопроницаемости и газоотдачи;
- предварительная дегазация строящихся шахт с помощью скважин, пробуренных с поверхности на газовые ловушки.

Большое влияние на способ добычи газа оказывает состояние, в котором газ находится в пластовых условиях: свободное состояние, рассеянное, сорбированное или растворенный в пластовой воде.

Технология добычи газа может быть представлена двумя схемами:

- подъем пластового флюида за счет энергии пласта, т.е. фонтанный способ;
- подъем пластового флюида за счет энергии, вводимой в скважину с поверхности, т.е. механизированным способом.

Газ, поступающий к забою эксплуатационной скважины, под действием давления в пласте поднимается к устью за счет своей потенциальной энергии, поэтому практически в течение всего срока разработки газового месторождения применяют фонтанную эксплуатацию газовых скважин.

В зависимости от геолого-промысловых условий, физико-химических свойств флюидов и параметров пласта различают:

- эксплуатацию газовых скважин по фонтанным трубам;
- совместно-раздельную эксплуатацию нескольких продуктивных горизонтов в одной скважине.

На однопластовых месторождениях эксплуатируют газовые скважины по фонтанным трубам 2 (рисунок 1) без изоляции кольцевого пространства 4 между обсадной колонной 1 и фонтанными трубами 2 или с перекрытием кольцевого пространства пакерами 3. Башмак насосно-компрессорных труб оборудуют приемным клапаном 5. Такой же способ эксплуатации газовых скважин применяют и на многопластовых месторождениях, когда пластовые давления близки по величине, и их различие соответствует барометрическому распределению.

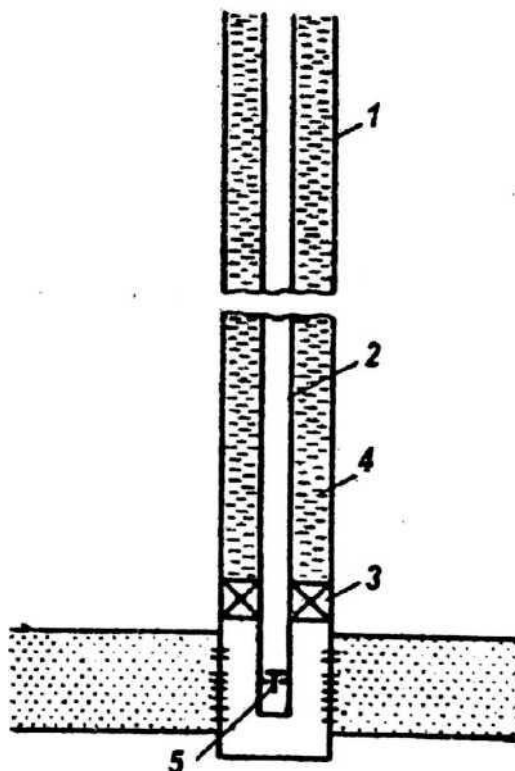


Рисунок 1 – Схема оборудования ствола газовой скважины

При любом способе добычи газа необходимо применять фонтанные трубы, которые служат, для:

- выноса из забоя на поверхность жидких и твердых частиц;
- предотвращения преждевременного износа обсадной колонны вследствие коррозии или эрозии;
- одновременной и раздельной эксплуатации с помощью пакеров, возможности проведения ремонтно-изоляционных работ и т.д.

Для увеличения пропускной способности скважины и снижения потерь давления в ее стволе можно проводить эксплуатацию скважин по затрубному пространству или по затрубному пространству и фонтанным трубам одновременно.

При эксплуатации скважин по затрубному пространству наличие статического столба газа в фонтанных трубах позволяет непрерывно контролировать забойное давление и при необходимости очищать забой скважины продувкой ее через фонтанные трубы.

Для нормальной эксплуатации скважин и поддержания технологического режима их работы необходимы периодические обследования состояния забоев и сохранения заданного дебита газа.

Перечень ссылок

1. Коротаев Ю.П. Добыча, транспорт и подземное хранение газа - М.: Недра, 1984.
2. Павлов С.Д. Пути освоения природных газов угольных месторождений - Х.: Колорит, 2005.

УДК 622.627

Белогор В.Е. студент гр. ГРГС-14-6**Научный руководитель:** д.т.н., проф. Ширин Л.Н., к.т.н., доц. Барташевский С.Е.,
(Государственное ВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепр, Украина)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕДИНЕНИИ СИСТЕМЫ ПАКЕТНО–КОНТЕЙНЕРНОЙ ДОСТАВКИ

Одной из наиболее серьезных проблем до сих пор не нашедшей адекватного решения на угольных шахтах Украины является проблема вспомогательного транспорта. Доставка материалов и оборудования по шахте является одним из наименее механизированных, а выполнении которых задерживается много людей. Велик процент порчи и утраты материалов. Несвоевременная доставка крепежных материалов и запасных частей приводит к росту простоев и снижению темпов ведения очистных и подготовительных работ. Рост номенклатуры сложного горношахтного оборудования привел к необходимости содержания солидных запасов различных запчастей и расходных материалов.

Однако, в настоящее время сложились объективные предпосылки для коренного реформирования системы закупки, хранения и доставки в шахту расходных материалов и запасных частей.

В основу новой системы материально–технического снабжения, на наш взгляд, следует положить логистические принципы системы точно–вовремя (Just-in-Time). В основу системы могут быть положены контейнеры и пакеты системы ПАКОД. Для внедрения этой системы необходимо отобрать доверенных поставщиков всех видов снабжения и заключить с ними договоры на поставку материалов на соответствующих условиях. При этом за своевременность поставки и качество материалов или запчастей юридическую и финансовую ответственность должен нести поставщик. Упаковка поставляемых материалов в тару системы ПАКОД должна осуществляться уже на складе поставщика. Маршруты движения транспортных средств вбираются исходя из результатов решения транспортной задачи применительно к сложившейся дорожной сети.

Для бесперебойной доставки грузовых единиц системы ПАКОД следует реорганизовать работу всей системы транспорта вспомогательного грузопотока. Рельсовые пути магистральных выработок следует отрихтовать и поддерживать в надлежащем состоянии. Стрелочные переводы, ведущие к закрепленным выработкам должны быть демонтированы. В наклонных и выработках знакопеременного профиля необходим переход к использованию монорельсовых дорог как канатных, для обслуживания участковых выработок, так и с монорельсовыми дизелевозами используя при этом единые рельсы. На локомотивном транспорте следует заменить самодельные «козьи» и платформы, на соответствующие транспортные вагонетки системы ПАКОД и оборудовать места перегрузки с колесно–рельсового транспорта на монорельсовый.

При этом, в призабойной части выработки на монорельс может навешиваться тягач–перестановщик ТП, который может использоваться для монтажа–демонтажа оборудования, в качестве механизированной предохранительной крепи, крепеустановщика и механизированного полка. А также для механизации работ на сопряжении лавы и погашении выработок.

В период перемонтажа очистного мехкомплекса для интенсификации работ следует продолжить монорельсовую дорогу между демонтажной и монтажной печью и использовать для монтажа/демонтажа и транспортирования грузов монорельсовые дизелевозы с соответствующими тележками для перевозки оборудования.

Внедрение системы ПАКОД и организация работ по системе Just-in-Time в комплексе с реконструкцией и техническим перевооружением технологической системы транспорта вспомогательного грузопотока позволит существенно снизить затраты на закупку и доставку материалов, сократить простои очистных и подготовительных забоев, повысить темпы ведения горных работ.

Перечень ссылок

- 1.Подземный транспорт шахт и рудников. Под ред. Г.Я. Пейсаховича, И.П. Ремизова.- М.:Недра,1985, 565с.
- 2.Транспортно-складская логистика горных предприятий /Учебное пособие под редакцией проф. В. А. Будишевского, проф. Л. Н. Ширина. Донецк, ДонНТУ, 2005год, 405с.

УДК 614.841.332

Гайдук Ф.А. студент гр. ГРГС-15-7

Научный руководитель: Федоренко Э.А., к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и технологий

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

ШАХТНЫЕ СЕТКИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В Украине, занимающей лидирующее место по объёму запасов угля и железных руд в мире, полезные ископаемые характеризуются относительно глубоким залеганием. Это осложняет разработку, подвергая дополнительному риску жизнь шахтёров и повышая износ спецтехники. Решения по обеспечению безопасности есть давно. Ещё в XIX веке для предотвращения осыпания пород в шахтах применялись металлические подпорки и сетки. Полтора столетия спустя мы можем говорить и о более современных способах защиты жизни и здоровья персонала и сохранения эксплуатационных свойств техники – шахтных сетках на основе композитов.

Принципиально рынок сеток, защищающих горные выработки от обвалов породы, можно разделить на два типа. Первый тип – металлическое ограждение. И второй – шахтные сетки из полимерных материалов – полипропилена, стеклянного и базальтового волокна, полиэстера и др. По степени проникновения и охвату рынка первенство до сих пор удерживает металлическая сетка. На первый взгляд, есть чисто экономическое преимущество сетки из металла – это её цена. Она дешевле аналогичных решений из синтетических материалов. Но монтировать её гораздо труднее: она тяжелее по весу, чем, к примеру, сетка из стекловолокон с полимерной пропиткой. Металл травмирует руки рабочих, а при демонтажных и проходческих работах металлическая сетка, попадая на режущий орган проходческой машины, приводит к поломкам механических агрегатов и деталей. К тому же металлическая сетка производится из самых недорогих сплавов железа, без лигатуры и закаливания, - она ржавеет от конденсата и грунтовых вод, содержащих высокий концентрат солей. Коррозия делает сетку хрупкой.

Особенностью применения сеток из полимерных материалов в угольных шахтах является то, что ее возможно применять как при выполнении проходческих работ, так и при монтажно-демонтажных работах в очистных выработках. На рисунке 1 приведен пример использования сеток из полимерных материалов в подготовительной выработке в качестве сетки-затяжки.



Рисунок 1 – Использование полимерной сетки в подготовительной выработке

На практике стоимость синтетических полимерных сеток выше, но проблем в процессе эксплуатации с ними куда меньше. Производители так или иначе стараются обеспечить полимерным, стеклянным и базальтовым сеткам характеристики, близкие к металлическим. Например, разрывная нагрузка у полимерной сетки такая же, как и у

металлической, а у стеклянной и базальтовой – хоть и ниже, но соответствует требованиям работы в шахтах. По проценту удлинения на разрыв базальтовые и стеклянные сетки ведут себя лучше, чем металл. Экономический эффект от применения стеклянной, базальтовой или полимерной сетки достигается ещё и за счёт сокращения трудозатрат на возведение ограждающей крепи. К примеру, один-двое рабочих могут провести монтаж композитной шахтной сетки. На монтаже металлической сетки, как правило, занято трое-четверо рабочих. Достигается это за счёт гибкости и лёгкости самой композитной сетки.

В таблице 1 приведены основные параметры сравнения полимерных и металлических сеток.

Таблица 1

Сравнительная характеристика шахтных сеток

Параметры	Полимерная сетка	Металлическая сетка
Ширина, м	Любая	0,8-2
Прочность на разрыв, кН/м	30-1350	170-190
Вес, кг/м ²	0,36-3,6	1,5-3,0
Размер ячеек, мм	10-30	30-80
Монтаж	Простой	Сложный
Эксплуатационная надежность	Высокая	Низкая
Сборка целостной конструкции	Поставляется в собранном виде	Сложная интеграция узлов металлической сетки
Многokrатное использование	Есть	Нет
Стойкость к агрессивным средам	Не подвержена коррозии	Корродирует с выделением продуктов ржавчины
Взаимодействие с исполнительными органами машин и механизмов	Поддается резанию исполнительным органом горных машин	При попадании на исполнительный орган может вызвать механическую поломку и искрение
Эргономичность	Легко гнется и режется. Удобна для затяжки неровных поверхностей, углов, поворотов	Потенциально травмоопасна

Перечень ссылок

1. Давление горных пород и рудничное крепление: учебник./ М.М.Протождяконов -Новосибирск, 1933. – 234 с.
2. Каталог технических тканей и изделий из полимерных композитных материалов – Москва, 2012. – 20 с.

Дмитрук Е.А., ассистент кафедры транспортных систем и технологий
 Научный руководитель: Коровяка Е.А., к.т.н., доцент кафедры ТСТ
 Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА И КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ДЕГАЗАЦИИ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Потенциал полигонного газа

Метан является основным компонентом газа, выделяемого мусорными свалками (свалочного газа), выбросы метана в атмосферу делают его основным виновником возникновения «парникового эффекта».

В процессе складирования твердых бытовых (ТБО) в теле полигона ТБО в условиях недостатка кислорода, повышенной температуры и влажности происходит естественное анаэробное разложение (процесс биотермического распада органического вещества бытовых отходов под воздействием микрофлоры без доступа воздуха. Органических отходов. Одним из продуктов этого процесса является биогаз- смесь метана и углекислого газа в среднем в концентрации 50-70% и 50-25% соответственно, с небольшим количеством примесей (азот, кремний, сера). [1]

Для извлечения биогаза из тела полигона ТБО создается система сбора биогаза, которая включает:

- Сеть специально оборудованных вертикальных и горизонтальных скважин;
- Горизонтальные газопроводы 1-го порядка для транспортировки биогаза от скважин до газосборных пунктов;
- Газосборные пункты;
- Магистральные газопроводы для перемещения биогаза от газосборных пунктов к установке утилизации;



Рисунок 1 - Схема дегазации полигона твердых бытовых отходов

Вертикальные скважины

Наиболее распространенная система извлечения биогаза состоит из сети вертикальных скважин, связанных вместе горизонтальными трубами, которые собирают получаемый биогаз ТБО и передают его в оборудование для коммерческого использования. Газовые скважины часто сооружаются одновременно с засыпкой

отходов, но могут устраиваться и позднее путем бурения в толще полигона мощностью не менее 10 м. [2]

Горизонтальные скважины

Горизонтальные системы сбора биогаза наиболее применимы при строительстве новых полигонов ТБО. Монтаж таких систем осуществляется одновременно с сооружением нового полигона, а работать системы начинают через 2-2,5 года, когда в толще полигона образуется значительное количество биогаза.

Газосборные трубопроводы являются ведущими к газовым коллекторам газопроводами с низким давлением. Они подсоединены к газовым коллекторам подвижно (для выравнивания при проседании грунта). *Газосборный пункт*- это точка, в которой собираются гузоуборочные трубопроводы. Как правило, этот пункт исполнен в виде газосборной балки из оцинкованной стали и размещен в корпусе (бетонная оболочка / стальной контейнер). Поблизости газосборного пункта находится расположенная на низком уровне точка сбора конденсата, в которую отводится конденсат полигонного газа, выделенный в газосборных трубопроводах и в газосборной балке.

Факел служит для минимизации нагрузки на окружающую среду, поскольку тонна метана просочившаяся из тела полигона в атмосферу в 21 раз вреднее, чем тонна CO₂, образовавшаяся после сжигания метана в факеле. Температура сжигания в камере сгорания примерно 1000°C, что обеспечивает почти 100 % утилизацию метана. Факел оборудован системой автоматического контроля и аварийного отключения.

Блочно-модульная теплоэлектростанция предназначена для утилизации полигонного газа с выработкой электрической и тепловой энергий. Электроэнергия и тепло могут подаваться в сеть, а могут использоваться для собственных нужд в технологическом процессе сортировки мусора.

Перечень ссылок

1. 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
2. Пятничко А.И. Утилизация биогаза закрытых полигонов ТБО / Пятничко А.И., Баннов В.Е.:// Экология плюс. – 2009. – № 4 – С. 12-14.

УДК 622.817.4:622.279:622.333

А.В. Крещенко, студентка гр. 184м-16-9**Научный руководитель: Э.С. Манукян, ассистент каф. ТСТ.***(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро, Україна)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ ГАЗА ИЗ МЕТАНОУГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОНБАССА

Опыт промышленно развитых стран показывает, что инвестиции в передовые технологии дегазации позволяют значительно повысить экономическую эффективность угольных шахт за счет уменьшения простоев, обусловленных превышением ПДК метана в очистных и подготовительных забоях. А также создать возможности для утилизации большего объема газа и сократить выбросы метана в атмосферу.

Однако, не смотря на перспективность данного направления, освоение запасов шахтного метана в отрасли на сегодняшний день ведется лишь отдельными горнодобывающими предприятиями. Анализ исследований в данном направлении показал, что существующая технология дегазации не позволяет получить достаточно качественный газ. Отсутствие эффективных способов утилизации низкокачественного шахтного метана и комплексного подхода к его извлечению приводит к тому, что он выбрасывается в атмосферу. Обусловлено это тем, что традиционно применяемые технологические схемы подземной добычи угля не ориентированы на попутное извлечение метана.

Общие ресурсы метана в угольных пластах и пропластках угленосных отложений Донбасса оцениваются в 1,2 трлн. м³, а с учетом содержания метана в породах - 25,4 трлн. м³. Анализирую официальные данные ИГТМ НАН Украины [1] о газовыделении и количестве извлекаемого метана по шахтам угольных компаний Донецкого бассейна (табл. 1), можно констатировать, что среднее значение газоносности углей Донецкого бассейна составляет 8-15 м³/т, а удельной эмиссии газа при добыче угля (газообильность шахты) – 23-36 м³/т.

Следует отметить, что удельная эмиссия часто превышает газоносность угля более чем в три раза. В некоторых источниках отмечается, что максимальные значения достигают 100 м³/т добытого угля и более. При этом с увеличением степени углефикации газоносность растет от 10-15 м³/т у газовых углей до 40 м³/т в антрацитах. Сравнивая геологические условия газоносности угольных месторождений, установлено, что большое содержание газа в боковых породах отличает Донецкий бассейн от большинства других угольных бассейнов, предполагается, что лишь около 10 % метана находится в угольных пластах, основное же количество газа сосредоточено во вмещающих породах. Зависимость содержания газа от тектонической ситуации также способствует изменению доли в общем, количестве газа. Все это позволяет охарактеризовать Донбасс как комплексное газоугольное месторождение.

Источником добычи шахтного метана в Украине являются дегазационные системы действующих шахт. Извлечение метана из угленосного массива непосредственно связано с процессами предварительной, текущей и постэксплуатационной дегазации (табл. 2).

Как видно из табл.1, предварительная дегазация является единственным способом снижения метаноносности отрабатываемого угольного пласта до начала ведения горных работ. В некоторых случаях предварительную дегазацию необходимо проводить для снижения выбросоопасности. Поскольку дегазация проводится до начала ведения горных работ, вероятность нарушения систем сбора газа в результате сдвига горных пород отсутствует, при этом, обычно извлекается газ относительно высокого качества.

Таблиця 1

Краткая характеристика процессов извлечения метана из угленосной толщи

Вид дегазации	Вид бурения скважин	Характеристика пород	Способ стимулирования эмиссии метана	Способ извлечения метана
Предварительная (до начала активных горных работ)	с поверхности	уголь	гидроразрыв	откачка воды с попутным газовыделением
			без стимуляции	интенсивное самоистечение
	подземные	песчаник (в купольных структурах)	без стимуляции	интенсивное самоистечение
			уголь	интенсивное самоистечение
		уголепородный массив	без стимуляции	интенсивное самоистечение
			без стимуляции	интенсивное самоистечение
Текущая (в процессе ведения горных работ)	с поверхности	уголь	горные работы (разгрузка)	самоистечение (вакуумирование)
		уголепородный массив	горные работы (разгрузка)	самоистечение (вакуумирование)
	подземные	уголь	горные работы (разгрузка)	вакуумирование
		уголепородный массив	горные работы (разгрузка)	вакуумирование
Постэксплуатационная	с поверхности	уголепородный массив	старые горные работы (разгрузка)	вакуумирование

Потенциальные варианты использования шахтного метана в диапазоне концентраций 30%-100% существуют в весьма различных областях, включая следующие:

- 1) использование в качестве топлива в металлургических печах, в промышленных печах и котлоагрегатах;
- 2) сжигание в двигателях внутреннего сгорания или турбинах для производства электроэнергии;
- 3) использование для закачки в трубопроводы природного газа;
- 4) применение в качестве сырья в отрасли по производству удобрений;
- 5) сжигание в качестве моторного топлива (СПг или КПг).

При применении поверхностной дегазации подрабатываемых толщ достигнута наивысшая средняя эффективность снижения выделения метана в горные выработки, при этом величина каптируемого газа достигла 70-90% от общего выделения.

УДК 622.625.5

Ковтун В. Г. студент гр.184м-16-1

Научный руководитель: **Ширин Л.Н.**, д.т.н., проф. кафедры транспортных систем и технологий, **Денищенко А.В.**, к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и технологий, **Барташевский С.Е.**, к.т.н., доцент транспортных систем и технологий (Государственное ВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепр, Украина)

ПРИМЕНЕНИЕ НАПОЧВЕННЫХ КАНАТНЫХ ДОРОГ ПРИ РАСШИРЕНИИ ГРАНИЦ ШАХТНОГО ПОЛЯ

Одной из основных тенденций развития угольных шахт Украины является переход на блочные системы разработки шахтных полей при строительстве фланговых вентиляционных стволов или объединении смежных шахт. Такие технические решения обусловлены ростом протяженности маршрутов движения вентиляционной струи и транспортных средств и связаны со старением шахтного фонда.

Типичным примером такого технического решения является проект объединения выемочных полей шахт «Павлоградская» и «Терновская», для чего необходимо около 10 километров горнокапитальных выработок. При этом значительная протяженность проводимых выработок затрудняет использование локомотивного транспорта – ограниченная емкость аккумуляторных батарей существенно влияет на весовую норму поезда[1].

На шахте «Павлоградская» накоплен положительный опыт использования канатных напочвенных дорог при проведении и эксплуатации горных выработок. Особенного внимания заслуживает процесс создания и эксплуатации напочвенной дороги ДКНП –1,6, в котором принимали участие специалисты шахты, завода “Луганскгормаш” и Национального горного университета. В результате технико-экономического сравнения различных вариантов транспортных схем при вскрытии засбросовой части шахтного поля было принято решение об установке канатной напочвенной дороги протяженностью 3360м, обеспечивающей доставку горной массы, материалов, оборудования и людей.

Трасса дороги проходит по следующим горным выработкам: вентиляционный квершлаг пл. С₈ – С₆, вентиляционный квершлаг пл. С₇ – С₄, магистральный штрек пл. С₄. При этом угол наклона рельсовых путей изменяется от -3° до $+3^{\circ}$, дорога имеет поворот в плане (45°).

В мировой практике горных разработок известны примеры использования канатных напочвенных дорог большой протяженности со сложной трассой: дороги фирмы “Вальтер Бекер” (Германия) – на шахте “Марсель” длиной 1400м с переменным углом трассы от -18° до $+25^{\circ}$ и шестью поворотами, а также дорога длиной 3000м на шахте “Чечот” в Саарском бассейне. Опыта эксплуатации ДКН протяженностью более 3000м отечественная практика на момент проектирования технологической схемы транспорта шахты “Павлоградская” не имела, установок с соответствующими параметрами наша промышленность серийно не выпускала.

Применение такой дороги позволило существенно упростить и удешевить процесс проведения и последующей эксплуатации выработки. Количество вагонеток в составе соответствует объему горной массы с одного проходческого цикла. Однако большая протяженность маршрута приведет к тому, что после проведения 2,5 километров, время рейса превысит время работ по возведению крепи и иных, несомещаемых с выемкой и погрузкой горной массы операций, что приведет к простоям очистного забоя и, как следствие, к снижению темпов и удорожанию проходческих работ [2]. Для решения этой проблемы, нами разработана следующая технология ведения работ (рис.1):

- на первом этапе протягивание состава под перегружателем, его транспортировка к сопряжению и доставка к забою порожняка осуществляется дорогой ДКНП–1,6;
- на втором – на максимальном расстоянии, обеспечивающем эффективную откатку дорогой ДКНП–1,6, оборудуется разминка, на одной из ветвей которой будет накапливаться порожняк, а на другой – вагонетки с породой;
- монтируется напочвенная дорога ДКНУ1, которая будет осуществлять протягивание состава под перегружателем, его транспортировку к разминке и доставку к забою порожняка;
- по мере роста протяженности откатки разминка демонтируется и переносится, дорога ДКНП–1,6 наращивается.

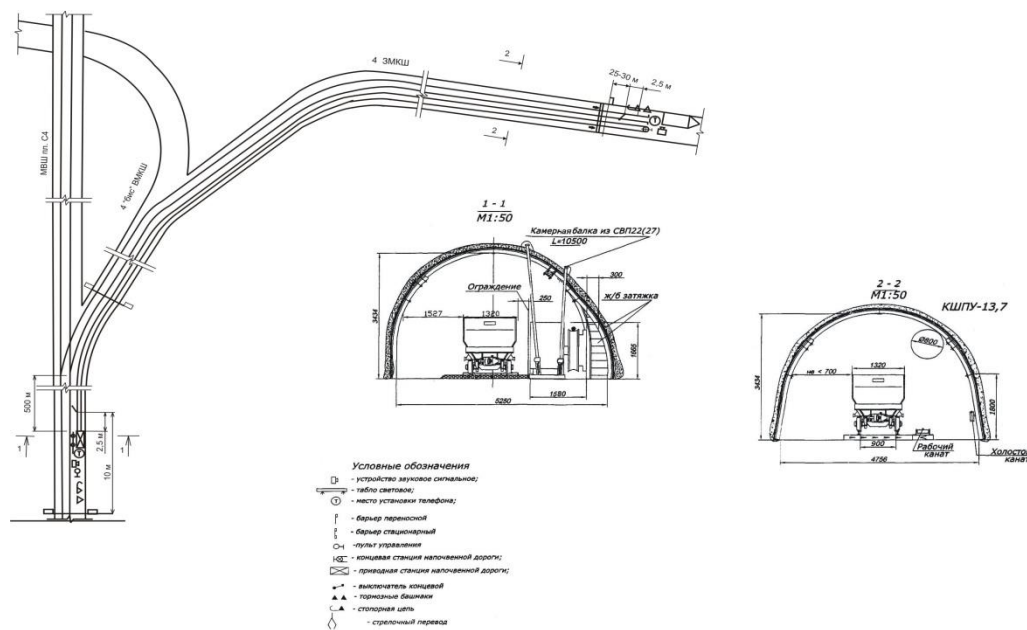


Рисунок 1 – Последовательная установка двух канатных дорог

Внедрение двухступенчатой откатки с помощью напочвенных канатных дорог, позволит в сжатые сроки и с минимальными затратами осуществить сбойку шахтных полей.

Перечень ссылок

1. Подземный транспорт шахт и рудников. Под ред. Г.Я. Пейсаховича, И.П. Ремизова. М.: Недра, 1985, 565с.
2. Проходчик горных выработок: Справочник рабочего/Под ред. А.И. Петрова.-М.: Недра, 1991.-646с.
3. Денищенко А.В., Ширин Л.Н., Корж П.П., Мухин А.В. Канатные напочвенные дороги при отработке засбросовой части шахты «Павлоградская» // Уголь Украины. – 2006. – №1. – С. 32 – 34

УДК 621.85.01

Лубенець Т.М. аспірант кафедри «Транспортні системи та технології»
 Науковий керівник: Коровяка Є.А. к.т.н., доцент кафедри «Транспортні системи та технології»
 (Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

В настоящее время для транспортирования основных грузов на шахтах и карьерах широко используются ленточные конвейеры. Эффективная эксплуатация ленточных конвейеров требует проведения достоверного расчета.

Расчет включает выбор серийного ленточного конвейера по заданной производительности и условиям применения, подготовку исходных данных для расчета, построение расчетной схемы, расчет тягового усилия и определение начального натяжения конвейерной ленты, в том числе по условиям сцепления ленты на приводном блоке и ограничения провеса грузеной ветви конвейера. Из диаграммы натяжения конвейерной ленты определяют ее максимальнонатяжение по котрому выбирают количество ленточных конвейеров и его параметры, в том числе конвейерную ленту и ее запас прочности, тяговое усилие одного конвейера и мощность двигателя.

Указанный порядок расчета является общепризнанным. Вместе с тем, при построении диаграммы натяжения конвейерной ленты, а именно для проведения оси абсцисс диаграммы повсеместно используется условие сцепления конвейерной ленты на приводном блоке, вытекающее из действующего закона трения гибких тел - уравнения трения гибких тел Эйлера, выведенное в 1775 г [1]. Рассмотрим расчетную схему, рис. 1.

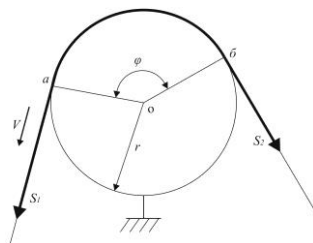


Рисунок 1 – Расчетная схема: S_1 , S_2 – натяжения в сбегавшей и набегающей на блок ветвях гибкого тела; r – радиус блока; φ – угол обхвата блока гибким телом

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

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

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

Откуда тяговое усилие, реализуемое блоком, при скольжении гибкого тела составит:

$$F_{н-с} = S_1 - S_2 = S_2 \cdot e^{f \cdot \varphi} - S_2 = S_2 \cdot (e^{f \cdot \varphi} - 1).$$

Поэтому сила тяги, реализуемая блоком при сцеплении, задается минимальным натяжением в сбегающей с барабана ветви ленты S_{2min} , выбранным с запасом, [2]:

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

где S_{2min} – минимальные усилия натяжения гибкого тела в точке сбегаания; F_0 – реализуемое тяговое усилие конвейера при сцеплении; k_T – коэффициент запаса тяговой способности конвейера.

Однако при этом:

- не учитывается натяжение другой ветви гибкого тела в контакте с блоком, от которой в совокупности с натяжением в первой ветви гибкого тела зависит нормальная реакция между телами, а, следовательно, и реализуемое блоком тяговое усилие;

- уравнение Эйлера отличается от накопленных данных практики и экспериментальных исследований;

- уравнение Эйлера не отвечает закону трения Кулона, 1779 и современной редакции закона сохранения механической энергии в замкнутой механической системе, 19 столетие;

- в обобщенном виде уравнение Эйлера опосредовано не содержит общепризнанного фактора трения тел, установленного философами и учеными на протяжении столетий - труды Аристотеля, авторов законов трения тел Леонардо да Винчи, Амонтона, самого Эйлера и Кулона, а именно нормальной реакции между гибким телом и блоком и не подтверждает ее линейной связи с силой трения посредством коэффициента трения.

Поэтому, нами после обоснования нового решения классической задачи Эйлера, учитывающего господствующие законы трения тел Кулона и сохранения механической энергии в замкнутой механической системе [3], было учтено влияние центробежных сил гибкого тела, которые для больших скоростей движения (до 8 м/с) весьма значительно. Полученное уравнение трения гибких тел также опосредованно содержит общепризнанную «нормальную реакцию» и «силу трения», которые линейно связаны между собой, что согласуется с представлениями ученых о трении тел, сложившимися на протяжении столетий:

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

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

Новое уравнение трения гибких тел согласуется с экспериментом и отвечает практике. Очевидно, расчет ленточного конвейера должен основываться на новом уравнении трения гибких тел, которое отвечает представлениям философов и ученых о трении тел, а также учитывает влияние центробежных сил гибкого тела.

Следовательно, для реализации блоком заданного тягового усилия по новому условию сцепления достаточно обеспечить необходимое суммарное усилие натяжения:

$$(S_1 + S_2) = \frac{2N}{\varphi} + 2 \cdot q \cdot v^2, \text{ где } N \geq \frac{F_0}{f}.$$

Таким образом, новое условие сцепления гибкого тела с блоком, обеспечивающее реализацию заданного тягового усилия, способствует правильному расчету ленточного конвейера, обоснованию начального усилия натяжения на натяжной станции и максимального натяжения конвейерной ленты, что повышает

эффективность эксплуатации ленточного конвейера, ресурс работы конвейерной ленты, производительность и безопасность работы, уменьшает себестоимость транспортирования.

Перечень ссылок

1. Біліченко М.Я. Основи теорії та розрахунки транспортних засобів механізації переміщення вантажів шахт. Навчальний посібник / Біліченко М.Я.–Дн-ськ: НГУ, 2002.–102 с
2. Андреев А.В. Передача трением. – М.: Машгиз, 1963. – 112 с.
3. Лубенец Н.А. Альтернативный формуле Эйлера закон реализации тягового усилия трением / Лубенец Н.А. // Науковий вісник НГУ–Д, 2008.–№ 11.- С.67–70.

УДК 622.625.28

Литвиненко А. К., студент гр. АкітС-15-1

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

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

НОВИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФІЛЮ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ

Здійснювати усебічний аналіз роботи локомотивної відкатки в конкретних гірничо-геологічних умовах можливо за наявності реальної картини подовжнього профілю траси. Наявність таких даних дозволить вирішувати завдання, пов'язані з підтримкою виробок (випрямлення профілю), розробляти і здійснювати заходи з енергозбереження тощо.

Розроблений за участю авторів метод автоматизованого визначення і побудови профілю шляху на заданому маршруті, який ґрунтується на вимірах сили опору руху локомотиву через силу струму тягового двигуна [1], дозволяє порівняно легко і швидко визначати цю характеристику.

Розглянемо процес руху залізничного составу(локомотива) по шахтній рейковій колії змінного профілю (рис.1,а).

Попередньо вибирають ділянку вимірювання уклону АК. Двигуни локомотива 1 вмикають і він починає рухатися по рейковому шляху 2, що має змінний профіль. Вимірюють шунтом 4 і безперервно фіксують регістратором 5 силу струму I , яку споживає тяговий двигун 3 під час переміщення локомотива 1 по змінному профілю рейкового шляху 2 від точки А до точки К. Після досягнення локомотивом 1 точки К, він починає рухатися у зворотному напрямі по тій же ділянці від точки К до точки А. При цьому також безперервно фіксують силу струму I_1 двигуна 3. Після досягнення локомотивом 1 точки А його зупиняють.

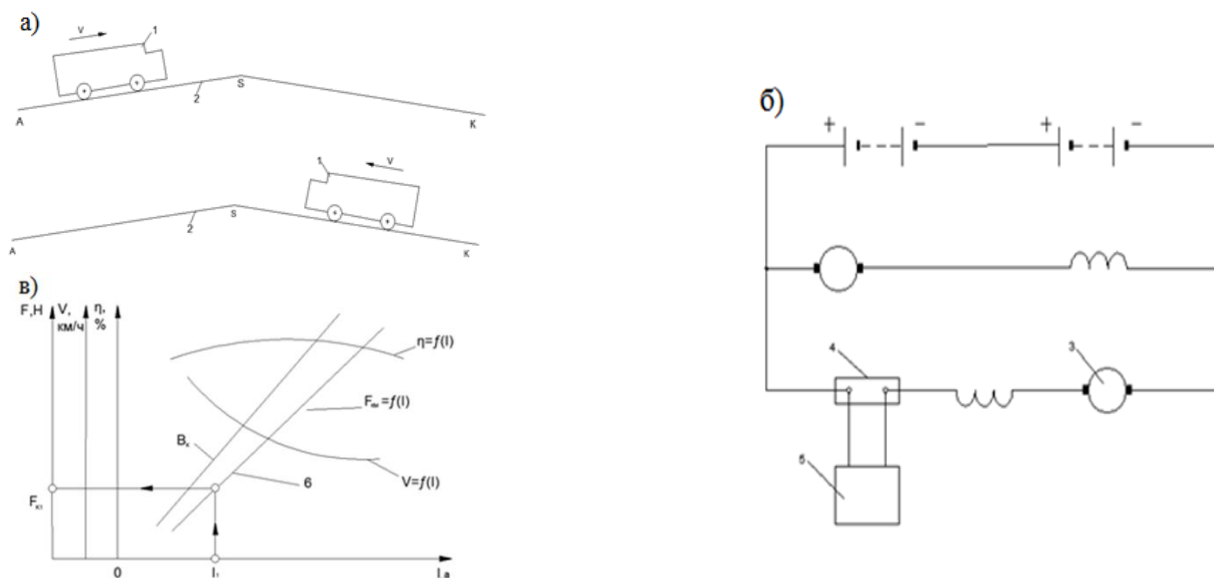


Рисунок1 – Спосіб визначення ухилу рейкової колії: а) – принципова схема;

б) – електрична схема; в) – електромеханічна характеристика двигуна (1 – електровоз; 2 – рейковий шлях; 3- тяговий двигун; 4 – шунт; 5 - аналого-цифровий перетворювач.

Відомо, що сила тяги для переміщення вагонетки(локомотива) становить:

$$F = G(w \pm i + \Delta a)$$

де F – сила тяги, що необхідна для переміщення состава; $G = mg$ – сила тяжіння вагонетки ; m – маса вагонетки; g – прискорення вільного падіння; w – коефіцієнт основного опору руху

вагонетки; i – уклон рейкового шляху; $\Delta = 1000\delta/g$ (δ – коефіцієнт, що враховує масу вузлів вагонетки, які обертаються); a – прискорення руху вагонетки.

Якщо швидкість руху постійна ($a = 0$), то для ділянки траси AS довжиною l з ухилом i можна записати рівняння руху вправо:

$$F_1 - G(w - i) = 0, \quad F_1 = G(w + i) \text{ (плюс } i \text{ при підйомі),}$$

вліво:

$$F_1' + G(i_1 - w) = 0, \quad F_1' = G(w - i) \text{ (мінус } i \text{ при спуску).}$$

Аналогічно можна визначити рівняння руху (рівняння рівноваги) для кожної з n ділянок, що відрізняються величиною ухилу та довжиною.

Будь-який ряд сил (вправо $F_1, F_2 \dots F_n$ або вліво $F_1', F_2' \dots F_n'$) призначається зменшуваним або таким, що віднімається

$$\Delta F_1 = F_1 - F_1' = Gw + Gi - Gw + Gi = 2Gi = 2mgi,$$

де ΔF_1 – різниця сил тяги на i -тій ділянці шляху під час руху вагонетки в прямому та зворотному напрямках.

Різниця сил ΔF на похилих ділянках шляху при цьому може мати знак \oplus (рух на підйом) або \ominus (рух по спуску). Нульове значення різниці сил фіксується на горизонтальних ділянках.

Далі визначають уклон рейкового шляху на кожній ділянці

$$i = \frac{\Delta F_1}{2mg} \text{ (або } \oplus \text{ або } \ominus \text{ по знаку } \Delta F).$$

Загальновідомо, що залежність сили тяги (F), гальмової сили (B) швидкості руху (V) і к.к.д. (η) від сили струму двигуна (I) дає електромеханічна характеристика двигуна на ободі коліс (рис.3,в). Оскільки передаточне число редуктора і діаметр коліс залежать від типу електровоза, то електромеханічна характеристика є індивідуальною для кожного з них. Таким чином, маючи показання сили струму тягового двигуна на всіх ділянках траси в обох напрямках, нескладно по електромеханічній характеристиці двигуна визначити відповідні їм значення сили тяги або гальмування і побудувати її повздовжній профіль. Причому залежності сил тяги та гальмування від сили струму двигуна практично пропорційні і, якщо ввести їх попередньо у комп'ютерну програму, можна у подальших розрахунках оперувати струмом.

Що стосується відміток пройденого шляху, то пропонується встановити на електровозі електромагнітний датчик, що фіксує проходження кожної арки металевого кріплення, і по ним відслідковувати місцезнаходження состава.

Спосіб визначення профілю шахтного рейкового шляху за струмом тягового двигуна, що пропонується, дозволяє відмовитися від наявності динамометра і, за рахунок цього, спростити процес вимірювання та підвищити точність його результатів.

УДК 621.625.2

Минич Д. В., студент гр.ГРг-14-9**Научный руководитель: Денищенко А.В., к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и технологий, Барташевский С.Е., к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и технологий***(Государственное ВУЗ “Национальный горный университет”, г.Днепр, Украина)***АДАПТАЦИЯ ДИЗЕЛЕВООЗОВ К УСЛОВИЯМ УГОЛЬНЫХ ШАХТ УКРАИНЫ**

Ограниченная автономность гировозов и аккумуляторных электровозов обусловлена низкой удельной энергоемкостью применяемых аккумуляторов энергии, причем на современном уровне развития науки принципиального повышения их основных характеристик ожидать не приходится [1]. Основываясь на европейском и американском опыте, для решения этой проблемы началось активное внедрение дизелевозов, способных эффективно водить тяжелые составы на маршрутах большой протяженности [2]. Типажный ряд применяемых дизелевозов, применяемых на шахтах Украины, приведен в табл.1.

Таблица 1

Параметры дизелевозов фирмы Ferrit

Параметры	Тип дизелевоза				
	ДГ30Д.0	ДГ35Д.0	ДГ70Д.2	2ДГ35Д.0	ДГ100Д.0
Сцепная масса, т	5,5	7,0	10.0	14,0	14,5
Номинальная мощность, кВт/л.с.	20,6/30	26,5/35	53/70	43/70	73,5/100
Сила тяги максимальная, кН	11,75	19,00	27,2	38,0	38,0
Скорость плавного регулирования в передачах, км/ч	0-12	0-18	0-16	0-18	0-18
Габаритные размеры, мм					
длина	4080	4530	5500	9100	5900
ширина	900	1200	1350	1200	1350
высота	1500	1500	1680	1500	1650
Ширина колеи, мм	900	900	900	900	900
Диаметр колеса, мм	450	450	550	450	550
Клиренс, мм	80	80	90	80	90
Жесткая база, мм	1150	1150	1150	1150	1450
Уровень взрывозащиты	PB 1B	PB 1B	PB 1B	PB 1B	PB 1B
Содержание в неразбавленных выхлопных газах, % оксида углерода CO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
оксида азота NO ₂	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Минимальный радиус кривизны пути, м	10	10	12	10	15

Однако эксплуатация этих машин выявила целый ряд проблем, которые, до настоящего времени не нашли адекватного решения.

В атмосферу выработок с недостатком кислорода и повышенным содержанием метана и углеродной пыли, дизелевозом выбрасывается сложная смесь газов, паров и взвешенных частиц. Самые опасные из них: окись углерода, двуокись азота и двуокись серы, кроме того воздух насыщается летучими органическими соединениями (ЛОС).

Твердые примеси дизельных выхлопов – это мелкие (меньше 1мкм) частицы

углерода, которые конденсируются из выхлопных газов, часто собираются в воздухе в комки и цепочки и попадают в дыхательные пути человека.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосфере горных выработок в разных странах весьма разнятся (табл. 2).

Таблица 2

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосфере горных выработок

Страна	Концентрация вредных веществ в атмосфере горных выработок, % по объему			
	Окись углерода (CO)	Окислы азота(NO ₂)	Акролеин	Формальдегид
Россия	0,0017	0,00025	0,00008	0,00037
Англия	0,0046	0,00092	0,000048	0,0009
США	0,01	0,0005	0,000053	0,00053
Германия	0,0096	0,00055	-	0,00048
Чехия, Словакия	0,003	0,0017	-	-
Голандия	0,005	-	-	-

Для снижения токсичности выхлопных газов используют специальное топливо с пониженным содержанием серы, режимы работы дизеля на обедненных смесях, различные катализаторы. Однако принципиально решить проблему загрязнения шахтной атмосферы все эти меры не позволяют. При этом самыми опасными с точки зрения соблюдения санитарно-гигиенических норм является нахождение дизелевоза в тупиковой выработке, а также совпадение направления его движения с направлением вентиляционной шахтной струи.

Одним из возможных решений этой проблемы, по мнению авторов, является аккумулярование выхлопных газов дизелевозов в специальной прицепной емкости. В стандартной вагонетке монтируется блок баллонов высокого давления, в которые выхлопные газы нагнетаются компрессором, при этом производительность последнего определяется режимом работы двигателя, а емкость тендера определяется объемом выхлопных газов, образующихся при выполнении рейса в наиболее сложных условиях. Таким образом, предлагаемое техническое решение позволит улучшить санитарно-гигиенические показатели шахтной атмосферы и снизить уровень профзаболеваемости горняков.

Перечень ссылок

1. Барташевский С.Е., Барташевская Л.И. Обоснование выбора перспективных химических источников тока для шахтных электровозов // «Молодой вчений». – №2(17). – 2015. – С.10-14.
2. Мохельник П., Ковраж П. Чешские взрывозащищенные рудничные дизелевозы // – «Горная промышленность». – №2. – 2002. – С.16-18.

УДК 622.647.2

Сінчугова М.С., студент гр. ГРг-15-1**Науковий керівник: Расцветаєв В.О., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій***(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро, Україна)*

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ БАРАБАНА ІЗ СТРІЧКОЮ ШАХТНОГО КОНВЕЄРА

Способи підвищення зчеплення барабана із стрічкою конвеєра, що існують за рахунок застосування різноманітних видів і комбінацій футеровок, обумовлено конструктивними особливостями та умовами експлуатації цих транспортних засобів. Прикладом може бути привідний барабан стрічкового конвеєра, який містить футерувальне покриття, виконане з окремих вкладишів, кожен з яких має несучу металеву пластину з прикріпленою профільованою обкладкою, і елементи, що направляють кріплення його до поверхні барабана. Елементи, що направляють кріплення вкладишів до поверхні барабана, мають Т-подібний профіль і встановлені на циліндричній поверхні та формують з нею пази, що направляють, для вкладишів [1]. Недоліками наведеного прикладу та всіх інших, де застосовується футеровка барабану, є виключення можливості регулювання сили зчеплення, постійна руйнація футерувального покриття і необхідність його оновлення.

Крім цього, існують інші способи підвищення зчеплення барабана із стрічкою конвеєра, але зазвичай це значно ускладнює конструкції як самого тягового органу, так і конструкцію приводного блока конвеєра. Це зменшує надійність роботи і обмежує область ефективного застосування стрічкових конвеєрів у складних умовах експлуатації, особливо це стосується підземних умов вуглевидобувних підприємств.

Задачу підвищення зчеплення барабана із стрічкою конвеєра може бути вирішено за рахунок введення нових елементів, які істотно не ускладнюють конструкцію транспортного засобу [2].

В основу технічного рішення, що пропонується, поставлено задачу розробки способу зчеплення барабана із стрічкою конвеєра (гнучким тяговим органом стрічкового конвеєра), яка армована будь-якими елементами, здатними притягуватися магнітом, наприклад сталевими тросами (гумотросова конвеєрна стрічка). В технічному рішенні введенням нових технологічних операцій досягається вплив сили магнітного поля безпосередньо на взаємодію приводного барабана із стрічкою конвеєра в зоні їх контакту, підвищення ступеню зчеплення, спрощення управління, особливо в складних умовах експлуатації (наявність вологи, бруду, пилу та інше), і за рахунок цього знижуються втрати електроенергії та збільшується ступінь безпеки при експлуатації конвеєрних видів транспорту.

Задача вирішується тим, що попередньо вісь барабана розміщують в котушці індуктивності із провідника струму, формуючи електромагнітну систему, за допомогою якої безпосередньо магнітним полем діють на поверхню барабана, регулюючи силу його зчеплення із стрічкою конвеєра в процесі його обертання.

Спосіб реалізується наступним чином, попередньо вісь барабана стрічкового конвеєра з'єднують з віссю електромагніта або саму вісь барабана розміщують в котушці індуктивності із провідника струму. При недостатньому зчепленні барабана із стрічкою у складних умовах експлуатації, або при пуску стрічкового конвеєра, підвищення зчеплення барабана із стрічкою конвеєра реалізується шляхом підключення котушки індуктивності до будь-якого джерела живлення і взаємодії її з віссю барабана, створюючи електромагнітну систему (рис. 1).

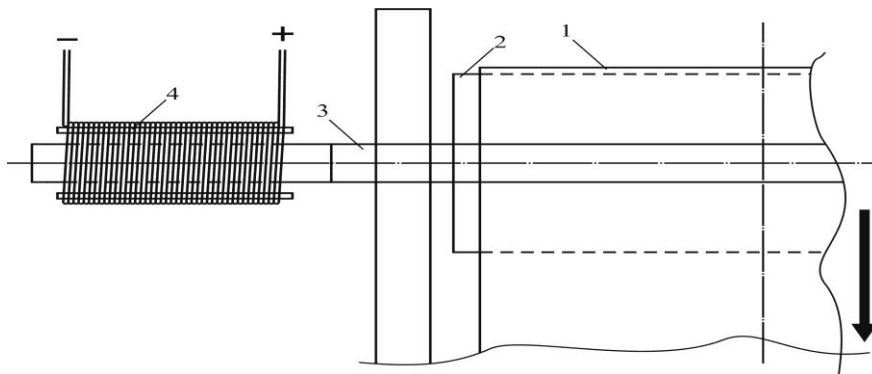


Рисунок 1 – Схема електромагнітної системи на приводному барабані стрічкового конвеєра: 1 – стрічка конвеєра (гнучкий тяговий орган стрічкового конвеєра, який армовано сталевими тросами або будь-якими елементами, здатними притягуватися магнітом); 2 – барабан стрічкового конвеєра; 3 – вісь барабану стрічкового конвеєра; 4 – котушка індуктивності

За допомогою електромагнітної системи, керованим електромагнітним полем, яке розповсюджується по всій поверхні барабана, збільшується його зчеплення з стрічкою у зоні їх контакту за рахунок дії регульованої електромагнітної сили. Це важливо при зміні умов транспортування. Джерело живлення електроенергією і спосіб підключення до нього котушки індуктивності може бути будь-якими.

Запропоноване технічне рішення передбачає можливість визначення розрахунковим шляхом необхідної сили зчеплення ($F'_{зч}$) барабана із стрічкою з урахуванням конкретних умов експлуатації обраного конвеєра (кут транспортування, навантаження, наявність вологи і т.д.). Необхідну силу зчеплення ($F'_{зч}$) барабана із стрічкою конвеєра реалізують шляхом регулювання параметрів електричного струму на котушці індуктивності. В процесі транспортування доцільно визначити поточне значення сили зчеплення ($F_{зч}$) барабана із стрічкою конвеєра і, порівнюючи ці значення, відповідно їх корегувати.

За рахунок простоти реалізації способу підвищення зчеплення барабана із стрічкою конвеєра є можливість дистанційного управління запропонованою електромагнітною системою або її повної автоматизації.

Наведений спосіб підвищення зчеплення барабана із стрічкою може бути застосовано при запуску конвеєра, при експлуатації конвеєрів на великих кутах транспортування, а також у складних умовах експлуатації конвеєрного транспорту. При нормальних умовах експлуатації конвеєрного транспорту, для зниження витрат електроенергії, електромагнітна система знеструмлюється.

Створення на базі вісі барабана електромагнітної системи дозволяє: суттєво підвищити силу зчеплення барабана із стрічкою конвеєра; забезпечити задані параметри експлуатації стрічкових конвеєрів, незалежно від складності умов експлуатації, особливо в агресивному середовищі вугільних шахт; знизити витрати електроенергії; розширити область застосування стрічкових конвеєрів на великих кутах транспортування, а також підвищити продуктивність, довговічність і безпеку транспортування.

Перелік посилань

1. Патент на корисну модель № 98937 Україна, МПК В65G 23/04. Привідний барабан стрічкового конвеєра / А.О. Боровіков, М.С. Самойленко – № у 201413159; заявл. 08.12.2014; опубл. 12.05.2015, Бюл. № 9

УДК622.684.629.063.2

Строгая И.С. студентка гр. Грг-13-5**Научный руководитель: Барташевский С.Е.**, к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и технологий*(Государственное ВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепр, Украина)*

ПЕРЕВОД КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ НА АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО

Одной из серьезных проблем при разработке месторождений открытым способом является высокая загазованность карьеров, основными источниками которой являются газы, образующиеся при проведении взрывных работ и выхлопные (ВГ) от автомобильного транспорта и механизмов, работающих с двигателями внутреннего сгорания. С понижением горизонта и глубины разработки месторождений конвективный массообмен между нижними загазованными и верхними слоями воздуха уменьшается, поэтому естественная вентиляция промплощадки происходит не в полном объеме, что приводит к накоплению ВГ в карьере, особенно в теплое время года. Используемые технические решения по снижению концентрации ВГ в карьере (в частности, принудительная вентиляция рабочей площадки карьера) не обеспечивают эффективного решения проблемы.

Одной из перспективных тенденций, направленных на решение этого комплекса технических, экономических и социальных проблем, является перевод автотранспорта на альтернативные виды топлива. Наиболее распространенный вид такого топлива – сжатый или сжиженный газ. Работы по газификации карьерных самосвалов с той или иной степенью интенсивности ведутся в Австралии, Белоруссии, Канаде, Китае, России, США.

Однако экономические выгоды могут быть получены только в том случае, если газомоторная карьерная техника будет удовлетворять жестким производственным требованиям, предъявляемым к ней: неизменность мощности и крутящего момента и непрерывность их передачи; жесткие климатические условия: температура окружающей среды от -40° до $+40^{\circ}$ С, высокая запыленность (в том числе угольной пылью, проводящей электрический ток); соблюдение принятого режима заправки топливом – обычно карьерная техника работает 24 часа в сутки, в 2 смены, поэтому заправка производится между сменами; в карьерах случаются серьезные аварии, в том числе с опрокидыванием и повреждением основных силовых элементов транспортного средства; все оборудование должно обладать повышенной живучестью.

При этом разные фирмы ориентируются на использование разных видов газа и способы его хранения: пропан-бутан в сжиженном виде (СНГ или LPG); метан в сжиженном виде (СПГ или LNG); метан в компримированном (сжатом) виде (КПГ или CNG).

Пропан-бутан поступает на рынок в виде сжиженного газа, в единице гидравлического объема баллона помещается порядка 750 единиц газа. Рынок СНГ достаточно узок и цены выше, чем на рынке природного газа.

СПГ – в единице гидравлического объема баллона помещается порядка 600 единиц газа. Ввиду своих физических свойств метан, после сжижения, требует поддержания низкой температуры в топливном баке за счет применения криотехнологий или сосудов Дьюара. Это существенно усложняет систему хранения газа на транспортном средстве, вынуждая применять рефрижераторы разных конструкций или в случае применения термоизолированных танков, систем сброса давления и дренажа газа, что приводит к его потерям при хранении. Рынок СПГ существенно уже, чем рынок СНГ.

КПГ – в единице гидравлического объема баллона помещается порядка 250–350 единиц газа [1], в зависимости от давления на которое рассчитаны баллоны. Цены на заправку сжатым природным газом существенно ниже, чем на сжиженные газы. Однако необходимость использования баллонов высокого давления меньшей емкости приводит к увеличению общего веса системы.

С нашей точки зрения наиболее перспективным является компримированный природный газ, как по ценовым соображениям, так и по соображениям его доступности.

Конверсия дизельных двигателей для работы на газе возможна по двум вариантам: путем капитальной заводской переделки с установкой оборудования для образования в цилиндрах искры, при этом двигатель не может больше использовать в качестве топлива соляр, переходя на 100% использование газа; установкой дополнительного оборудования для впрыска в цилиндры газа, при этом дизель работает на смеси топлив соляр-газ и сохраняет возможность работы только на дизельном топливе.

Безусловно, перевод дизельных двигателей в газовые, позволяет полностью отказаться от использования дизтоплива и достичь максимального экономического и экологического эффекта, при этом существенно растёт моторесурс двигателя. Однако это требует ряд радикальных переделок в конструкции двигателя: необходимо демонтировать топливную аппаратуру, вместо которой устанавливают новую систему зажигания. Для долговременной службы мотора степень сжатия надо сократить до 12-14. Делается это увеличением внутреннего объёма камеры сгорания: можно расточить днища поршней, или камеры сгорания головки блока. Если расточки металла недостаточно для увеличения объёма камеры, под головку блока цилиндров дополнительно устанавливают прокладки. По техническим характеристикам переделанный дизельный двигатель будет сопоставим с переведённым на газ бензиновым мотором (если будет соблюдена степень сжатия в пределах 12-14) [2].

Таким образом перевод дизельных двигателей в газовые целесообразен только для вновь вводимых в эксплуатацию машин с переоборудованием на заводе-изготовителе двигателя или у его доверенного партнера.

Имеющийся же парк самосвалов и механизмов целесообразно перевести на работу в газодизельном режиме. При этом в двигатель подают два топлива – основное дизельное (но в существенно меньшем количестве) и дополнительное — замещающее газовое. При этом основное дизельное топливо играет роль «запальной» дозы для воспламенения интегральной газозоудшной топливной смеси, поскольку метан имеет существенно более высокую температуру самовозгорания, чем дизельное топливо и поэтому сам он воспламенится в обычном дизельном цикле не может.

Величина степени замещения может колебаться в достаточно для метана широких пределах от 50% до 85%. Конкретные значения зависят от вида топливной аппаратуры исходного двигателя, совершенства используемой газодизельной системы

Таким образом, перевод карьерного автотранспорта на компримированный природный газ позволит снизить затраты на топливо и техническое обслуживание двигателей, улучшить состояние атмосферы на нижних горизонтах карьеров и экологию Украины.

Перечень ссылок

1. КПГ для карьерных самосвалов /gazpronin.ru/.
2. Газодизель на метане /cngas.ru.
3. Газовые технологии для карьерных самосвалов Caterpillar/ zeppelin.ru.

УДК 622.32

Судоплатов В.А. студент гр. ГРг-14-5

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

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

К ВОПРОСУ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА В УКРАИНЕ

Открытие новых источников энергетических ресурсов является для человечества одним из основных и главных заданий. В последнее время всеми энергозависимыми странами активно развиваются технологии-заменители по производству возобновляемого топлива: атомной энергетике, ветро- и солнечной энергетике, инновационные методики на базе генетически модифицированных организмов и др.

Отметим, что ни одна имеющаяся технология производства возобновляемого топлива не может даже потенциально заменить ископаемые энергоресурсы. Единственным энергоисточником, имеющим на сегодняшний день исключительные качества товара-заменителя, является сланцевый газ.

Сланцевый газ – это разновидность природного газа, хранящегося в виде небольших газовых образований в толще сланцевого слоя осадочной породы Земли. Для сланцевых залежей характерно то, что они встречаются на всех континентах. Таким образом практически любая энергозависимая страна может обеспечить себя необходимым энергоресурсом. [1].

Таблица 1

Мировые запасы технически-извлекаемого сланцевого газа по странам
(в млрд. куб. м)

Страна	Технически извлекаемые запасы	Страна	Технически извлекаемые запасы	Страна	Технически извлекаемые запасы
Европа		Северная Америка		Азия	
Польша	5292	США	36085	Китай	36085
Франция	3056	Мексика	1782	Индия	1782
Норвегия	2348	Канада	1443	Пакистан	1443
Украина	1188	Южная Америка		Австралия	
Швеция	1160	Аргентина	21904	Австралия	11206
Дания	651	Бразилия	6395	Африка	
Великобритан.	566	Чили	1811	ЮАР	13725
Нидерланды	481	Парагвай	1754	Ливия	8207
Турция	425	Боливия	1358	Алжир	6537
Германия	226	Уругвай	595	Тунис	509
Литва	113	Колумбия	537	Марокко	311
Другие	537	Венесуэла	311	Другие	198
Всего					187402

Запасы сланцевого газа в мире составляют около 200 трлн м³, но только малая часть может быть извлечена из недр земли. В таблице 1 приведены данные мировых запасов технически-извлекаемого сланцевого газа по странам. [2], [3].

Добыча новых видов горючих полезных ископаемых в Украине позволит государству в дальнейшем заменить те горючие ископаемые, месторождения которых будут истощены. Сланцевый газ вполне может стать дешевой альтернативой для природного газа и каменного угля.



Рисунок 1 – Прогнозы и запасы сланцевого газа в Украине

На территории Украины существуют два крупных месторождения сланцевого газа. На востоке страны расположено Юзовское месторождение, которое находится на территории Луганской, Донецкой и Харьковской областей. Его общая площадь превышает 7000 квадратных километров. Средняя глубина залегания сланцевого газа – 4000 метров. Эффективная мощность (общая мощность проницаемых пластов, насыщенных сланцевым газом) – 30 метров. Прогнозируемые запасы, по оценке ЕІА, – 1-3 триллиона кубических метров газа.

На западе страны расположено Олесское месторождение, площадь которого превышает 6000 квадратных километров. Оно находится на территории Львовской и Ивано-Франковской областей. Прогнозируемые запасы 1-2 триллиона кубометров топлива. [4].

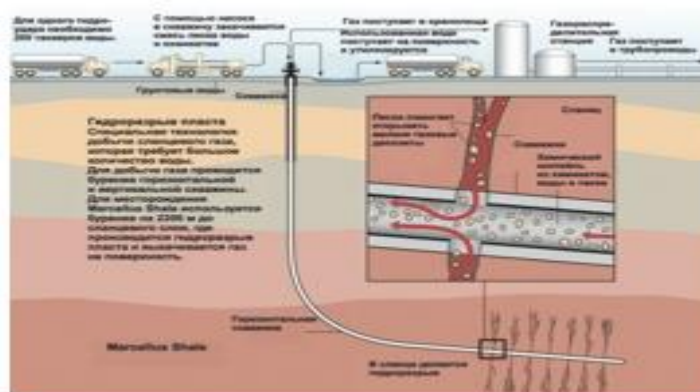


Рисунок 2 – Технологическая схема гидроразрыва пласта

Для добычи природного газа, залегающего в плотных слоях горючего сланца, применяется метод гидроразрыва пласта, или фрекинг. Его особенность заключается в нагнетании в скважину под большим давлением смеси воды, песка и большого количества химикатов. Вода приподнимает пласт, разрывая его, а затем откачивается. Через возникающие при этом трещины и пустоты газ свободно поступает наверх. [5].

Выводы.

Перспективой развития добычи сланцевого газа является то, что Украина сможет усилить свою геополитическую роль в Европе. Освоение новых месторождений позволит снизить зависимость от импортируемого в страну газа, даст новые рабочие места для населения, значительно повысит доходы в бюджет, если добываемый газ пойдет не только на обеспечение собственных потребностей, но и на экспорт.