

# Том 1

# Технології видобутку

# корисних копалин

УДК 622.271

Адамчук А.А., с.н.с. ШГП, Отюський А.О. студент гр. 184-17ск-4 ГФ  
 Науковий керівник: Шустов О.О., к.т.н., доцент кафедри відкритих гірничих робіт  
 (Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна)

### ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТРАНСПОРТНИХ СХЕМ ПРИ АВТОМОБІЛЬНО- КОНВЕЄРНОМУ ТРАНСПОРТІ НА ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ

На глибоких залізрудних кар'єрах України найбільш розповсюдженим видом транспорту є автомобільно-конвеєрний. Завдяки перевагам автосамоскидів, а саме, автономності приводу та маневреності, вони застосовуються при розкритті глибоких горизонтів кар'єрів та в умовах інтенсивного посування вибоїв та високого темпу заглиблення гірничих робіт при різній продуктивності кар'єрів, від декількох сотень тисяч до 70-100 млн т гірської маси в рік та відстані транспортування гірничої маси до 4 км (в окремих випадках 6-7 км), а також в період будівництва кар'єрів.

Однак, основним недоліком застосування автомобільного транспорту є висока собівартість транспортування гірничої маси. Так, згідно зі статистичними даними собівартість транспортування автосамоскидами складає близько 0,28 дол. США/т.км, в той час як транспортування залізничним транспортом коштує 0,09 дол. США/т.км, конвеєрним – 0,57 дол. США/т.км при відстані транспортування в 3-4 рази меншій, ніж при автомобільному транспорті [1].

Значна частка цих витрат припадає на вартість дизельного палива. Окрім того, їх значне споживання при розробці глибоких горизонтів кар'єру призводить до виділення шкідливих вихлопних газів та їх накопичення у внутрішньокар'єрному просторі. Тому пошук шляхів зменшення обсягів споживання палива, зокрема енергозберігаючих схем транспорту, є актуальною задачею.

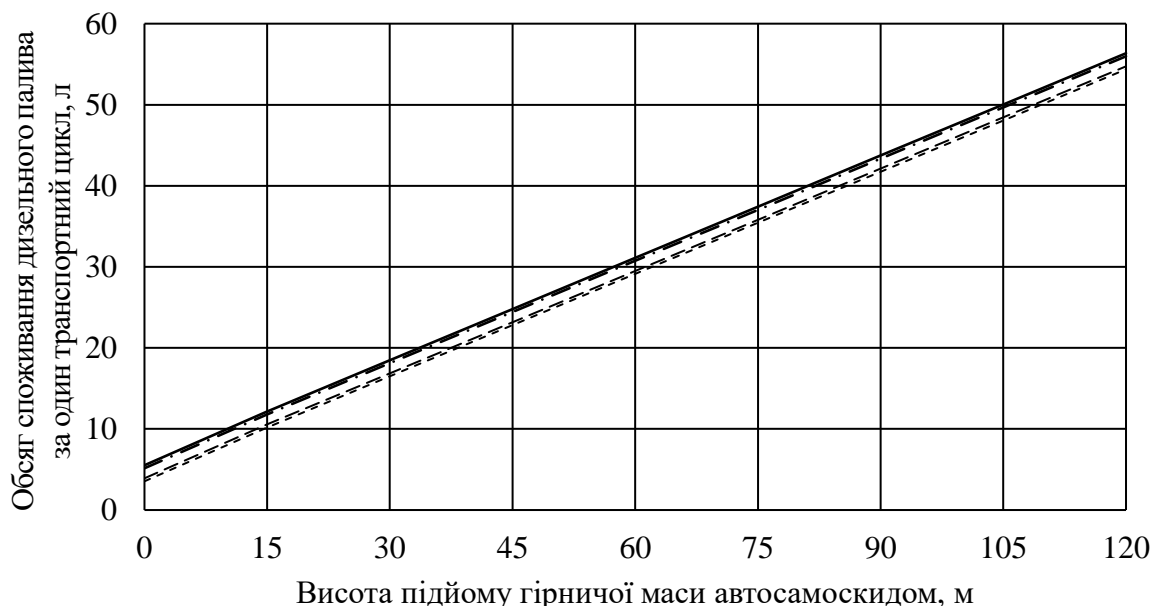


Рисунок 1 – Графік залежності кількості споживання дизельного палива автосамоскидом за транспортний цикл залежно від висоти підйому гірничої маси при транспортній схемі із тупиковим фронтом і тупиковим розвантаженням (\_\_\_\_), із наскрізним фронтом і тупиковим розвантаженням в бункер (\_\_\_), із тупиковим фронтом і наскрізним проїздом над бункером (—), із наскрізним фронтом і наскрізним проїздом над бункером (—)

При використанні колісного транспорту гірнича маса після навантаження переміщується уздовж фронту робіт до транспортного виходу з уступу. При цьому можливий тупиковий фронт, при якому рух транспортних засобів здійснюється у зворотному напрямку, та наскрізний фронт, при якому на уступі експлуатують два й більше спеціалізованих транспортних виходів – окремо для подачі порожніх і навантажених машин для переміщення гірничої маси [2]. Окрім того, можливе розвантаження у бункер-перевантажувач із тупиковим розворотом автосамоскидів і з їх наскрізним проїздом.

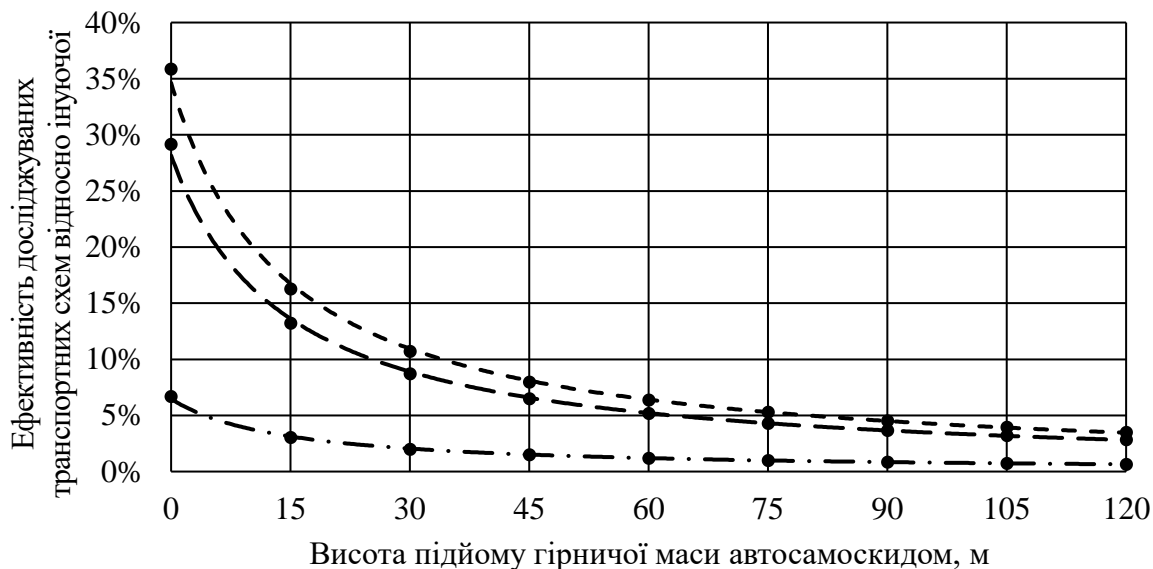


Рисунок 2 – Динаміка спаду ефективності досліджуваних транспортних схем із наскрізним фронтом і тупиковим розвантаженням в бункер (-----), із тупиковим фронтом і наскрізним проїздом над бункером (—), із наскрізним фронтом і наскрізним проїздом над бункером (—) відносно існуючої

Дослідження транспортних схем показало, що найбільш ефективною з точки зору енергозбереження є схема із наскрізним фронтом робіт та наскрізним проїздом автосамоскидів при розвантаженні в бункер. Найменш ефективною є схема із тупиковим фронтом робіт і тупиковим розворотом автосамоскидів при розвантаженні (рис. 1). Ефективність досягається за рахунок зменшення часу на маневрові операції. Найбільший ефект досягається для висоти підйому гірничої маси до 45 м.

**Висновки.** При розкритті глибоких горизонтів залізородних кар'єрів, з точки зору зменшення споживання автосамоскидами дизельного палива, пропонується впровадження транспортної схеми із наскрізним фронтом робіт та наскрізним проїздом автосамоскидів при розвантаженні їх в бункер. При цьому витрати палива за один транспортний цикл скоротяться на 2 літри. Таким чином, при річній продуктивності 10 млн. т, економія дизельного палива складе 150 тис. л.

#### Перелік посилань

1. Бабець, Є.К., Мельникова І.Є., Гребенюк, С.Я., & Лобов, С.П. (2015). *Дослідження техніко-економічних показників гірничовидобувних підприємств України та ефективності їх роботи в умовах змінної кон'юнктури світового ринку залізної руди: монографія*. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов.
2. Дриженко, А.Ю. (2014). *Відкриті гірничі роботи*. Дніпропетровськ: НГУ, 590 с.

**Борисов Є.О., студент гр. 133-16ск-1**

**Науковий керівник: Коптовець Олександр Миколайович, професор кафедри транспортних систем і технологій**

*(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

## **ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЕКТ ШВИДКІСНОГО ПОЇЗДА**

Гіперлуп був задуманий як розташований на опорах надземний трубопровід всередині якого на швидкості від 480 до 1220 км / год, залежно від ландшафту з інтервалом в 300 секунд буде переміщатися одиночна капсула 25-30 метрів.

Гіперлуп- проект вакуумного поїзда запропонований в 2013 році американським венчурним підприємцем Ілона Маском. На сьогоднішній день побудовані випробувальні полігони в Хоторне довжина 1,5 км. І Лас-Вегасі довжина 1.5 км, в Тулузі 1 км і 320 м. Укладено угоди на будівництво трас довжиною 10 км в містах Дубай і Тунжень. Зводиться тунель між містами Балтімор і Вашингтон.

Ілон запевняв що даний транспортний засіб буде як мінімум в 2 рази швидше літака і в 3-4 рази швидше швидкісного поїзда, транспорт буде в 10 разів дешевше ніж квиток авіакомпаній, він не буде схильний до аварій, дорога буде працювати від сонячної енергії, людям не потрібно буде підлаштовуватися під розклад адже відправка капсул буде з маленькими інтервалами.

Передбачені 2 види системи пасажирський і пасажир-вантажний. Основним фактором створення такого способу переміщення дешевизна системи. Ми ісключаем тертя опор і зустрічний опір повітря. Однак при випробуваннях було виявлено що транспортний засіб зустрічається з набігають повітряними масами. Було прийнято рішення використовувати їх для створення повітряної подушки.

Форма і вентилятор були спроектовані так що б перенаправляти зустрічні повітря під днище капсули

Капсула повинна приводиться в рух лінійним електродвигуном, статором послужить алюмінієвий рейок довжиною 15 метрів на підлозі труби який потрібен тільки кожні 110 кілометрів, ротор буде знаходитися в кожній капсулі, при цьому необхідна потужність складає 110кВт.

Оскільки система буде приводиться в рух електрикою, передбачено отримання енергії за допомогою сонячних батарей вони повинні виробляти 57 МВт енергії, при потребі системи в 21 МВт, оскільки статор виконує не тільки прискорення, а й гальмування кінематична енергія перетворюється в електрику планується продаж надлишків виробляється енергії 25 мільйонів доларів в рік.

Спочатку Ілон нехотел брати участь в розвиток своєї ідеї але в січні 2015 року його повідомив про будівництво тестової труби 8 км. У 2016 році пройшли випробування тягової установки, при випробуванні вона розвинула швидкість 186 км / год, проїхавши по треку 1 000 метрів.

Перший десятикілометровий тунель для надшвидких поїздів побудують в Арабських Еміратах.

*Амбициозный план Омеляна [министр инфраструктуры Украины](#)*

21 лютого в Twitter Мінінфраструктури з'явилось повідомлення: "Тільки три слова:" Hyperloop в Україні "" . Буквально пару слів моментально привернули увагу сотень людей, чого і добивалися у відомстві. Повідомлення змусило їх з нетерпінням очікувати обіцяної прес-конференції міністра.

За словами Омеляна стало зрозуміло, що плани на Hyperloop, м'яко кажучи, "наполеонівські". Отже, в Україні з'явиться нова компанія HyperUA. Точніше, так буде називатися проект по розробці Hyperloop в Україні.

Розробку транспортної системи поділили на три стадії. На першій - Національна академія наук України повинна залучити до роботи необхідних експертів. За цей час

проект мають затвердити як пріоритетний, і провести всі необхідні розрахунки і оцінки. На другій стадії буде створюватися тестовий майданчик в Дніпрі, де на базі аерокосмічного кластера буде зведено перший зразок транспортної системи і проведені всі необхідні випробування. На третій стадії після проведення всіх необхідних тестів український Hyperloop запустять у виробництво.

В даному випадку партнерами проекту Мініфраструктури є Національна академія наук України, ГК "Укроборонпром", Octagonal Corporation, ДП "Виробниче об'єднання" Південний машинобудівний завод ім. А.Н. Макарова "(Південмаш), ВАТ" Каховський завод електрозварювального устаткування ", ТОВ" Інтерпайп Україна ", Unit.City, Агентство розвитку Дніпра, Український інститут майбутнього і Платформа розвитку інновацій. Також Україна в розробках допомагатимуть фахівці з Мексики, які займаються будівництвом аналогічної транспортної системи у себе на батьківщині.

"Я дуже радий, що Україна буде серед топ-5 країн, які зараз розробляють цей проект, і фактично є єдиною державою, де політика створення нового виду транспорту підтримується урядом і державою офіційно", - сказав Омелян.

Капсула буде долати відстань зі столиці до Одеси за 31 хвилину. По курсу 26 гривень за долар квиток повинен обходитися пасажирам в 19,9 долара.

Будівництво тестового майданчика Hyperloop в Україні обійдеться до 17 мільйонів доларів. При цьому вартість одного кілометра будівництва в Європі сягає 40 мільйонів доларів.

"З державних - це" Південмаш ", який володіє всіма нашими космічними технологіями, і з якихось з цих технологій ми просто повинні здути пил і застосувати їх. Також це державний концерн" Укроборонпром ", в них під дві сотні підприємств з відповідними технологіями ", - зазначив Озеран.

У свою чергу виконавчий директор Українського інституту майбутнього Віктор Андрусів оприлюднив приблизну вартість квитка на будщій Hyperloop в Україні розраховувався ще в минулому році. Це були розрахунки маршруту Київ-Одеса.

"Ми говорили про те, що квиток буде десь в районі 500-600 гривень, але потрібно розуміти, що тут питання окупності. Якщо термін окупності поїзда складе десятки років, то звичайно, квиток може бути недорогим. Якщо нам потрібно окупити швидко, то ми вважали, що квиток може коштувати близько 4 тисяч гривень. Але саме сума 500-600 гривень закриває вартість на обслуговування поїзда і на його роботу ", - зазначив Андросов.

**Васильченко Д.А., студент гр. 185м-18з-1, ГФ**

**Науковий керівник: Коровяка Є.А., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій**

*(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», г. Дніпр, Україна)*

## **К ВОПРОСУ ПРОКЛАДКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ГАЗОПРОВОДА**

Прокладка газопровода - это довольно сложный, с технической точки зрения, процесс. На сегодняшний день существует несколько способов монтажа газопроводных коммуникаций. Сами газопроводы подразделяют на типы по двум основным показателям: расположению и давлению.

Различают газопроводы низкого, среднего и высокого давления.

Максимально допустимое давление газа в газопроводной коммуникации низкого давления составляет до 5 кПа. Конструкции, максимальное давление в которых доходит до 0,3 МПа, относят к газопроводам среднего давления. Газопроводы с высоким давлением могут выдерживать максимальный показатель давления среды до 1,2 МПа. Такие конструкции называют магистральными.

Все газопроводы классифицируются по своему расположению на:

- прокладываемые под землёй (подземные);
- монтируемые надземным методом;
- наружные;
- внутренние.

Монтаж каждого из этих типов отличается своими особенностями и нюансами.

*Так, при прокладке подземным способом трубы закладываются в заранее подготовленные каналы (траншеи). Очень важно помнить, что глубина проводки коммуникации должна соответствовать цифре, которая указана в проекте.*

На сегодняшний день всё чаще используют бестраншейный способ прокладки таких конструкций. Для бестраншейного способа применяется оборудование, осуществляющее горизонтально-направленное бурение (ГНБ). Такой вариант является более бюджетным и снижает финансовые затраты на газифицирование в 2,5–3 раза. Главные достоинства этого способа:

- способ ГНБ позволяет снизить не только финансовые затраты на обустройство газопровода, но и сокращает время проведения монтажа;

- благодаря ГНБ не нужно рыть траншеи, соответственно, нет необходимости в нарушении целостности автополотна (если труба проходит через дорогу), а также скважина может легко огибать различные препятствия, в том числе и уже существующие трубопроводы.

- Кроме этого, после прокладки газопроводной коммуникации с помощью ГНБ не нужно восстанавливать зелёные насаждения. Поэтому можно сделать вывод, что такой способ максимально безвреден для окружающей среды.

- В некоторых случаях при ГНБ используют специальный футляр, в который протягивают трубопровод. Футляр используется для защиты внутренней трубы от механических воздействий, а также от блуждающих токов в почве. Защита от механических нагрузок необходима в тех случаях, когда газовая труба проходит под дорожным полотном или железной дорогой.

Для хороших защитных показателей в качестве футляра используются стальные трубы, которые обладают высокими показателями прочности. Кроме этого, стоит отметить, что футляры небольших размеров монтируются при выходе газопроводной трубы из-под земли, а также при её входе в здание.

Затраты на монтаж газопровода надземным способом, как правило, гораздо ниже, чем при подземном варианте. В некоторых случаях экономия может достигать 60%,

что, несомненно, является большим плюсом. Но трубы, проведённые таким способом должны иметь максимальную защиту от воздействий окружающей среды.

Надземные газопроводы должны быть снабжены изоляцией от температурных перепадов, атмосферных осадков и т.д. Тип защиты подбирается в зависимости от климатических условий конкретного региона.

Помимо этого, такие коммуникации нуждаются в постоянном охранном контроле, чтобы исключить вероятность самовольного подключения к сети. Исходя из всех вышеперечисленных факторов, надёжность такой магистрали ниже, чем у трубопровода, проложенного в почве.

А также стоит отметить, что такая прокладка популярна в тех случаях, когда нет возможности провести трубы под землёй из-за густой сети коммуникаций.

*Монтаж осуществляется в соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП), а также всеми необходимыми техническими документами.*

Полиэтиленовые трубы для газификации имеют большой спрос на современном строительном рынке. Это связано с тем, что они обладают рядом достоинств, в сравнении с остальными аналогами:

- обладают резистентностью к губительному воздействию коррозии и агрессивным химическим соединениям;
- полиэтиленовые трубы легко обрабатывать при монтаже (резка, подгонка);
- внутренние стенки отличаются феноменальной гладкостью, поэтому их пропускные показатели очень высоки;
- полимер не вступает в химические реакции с какими-либо веществами;
- полиэтиленовые изделия не проводят электрический ток, поэтому они идеально подходят для подземной прокладки, ведь блуждающие токи в грунте им не страшны;
- полиэтиленовые изделия гораздо дешевле стальных аналогов, что является в некоторых случаях определяющим фактором.
- вес полиэтиленовых труб в 7 раз ниже, чем изделий, изготовленных из стали, что упрощает их хранение, транспортировку и прокладку;
- такие изделия обладают хорошей резистентностью к температурным перепадам;
- эксплуатационный срок полиэтиленовых изделий составляет при нормальном использовании 50 лет.

Однако, несмотря на все свои преимущества изделия из полиэтилена имеют и ограничения:

- полиэтиленовые газопроводы не разрешается использовать в тех случаях, когда условиях конкретного климатического региона температура стенки трубопровода может опуститься ниже  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Такие показатели могут быть достигнуты в случае, если температура окружающей среды опускается ниже  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- категорически запрещается использовать полиэтиленовые трубы для транспортировки сжиженного углеводородного газа, так как это разрушит их стенки и приведёт к аварийной ситуации;
- в сейсмоактивных районах, если магнитуда землетрясения превышает 7 баллов. Однако в случае если имеется возможность установления ультразвукового контроля за сварными швами, использование полиэтиленовых труб разрешается при 7 и более баллах;
- при монтаже надземных газопроводных коммуникаций;
- при прокладке коммуникаций, транспортирующих газ, наружного и внутреннего вида;
- при монтаже трубопроводов внутри тоннелей, каналов и т.д.
- если газопроводная конструкция проходит над автомобильными или железными дорогами.

УДК 622.625.2

**Герасименко А.А.** студент гр 184м-17-9**Науковий керівник:** Барташевский С.Е., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій*(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ШАХТЫ ИМЕНИ СТАШКОВА

Одними из наиболее серьезных проблем современного вспомогательного транспорта угольных шахт Украины – завышенные уклоны пути, ступенчатость, неуклонный рост длины маршрутов, газовый фактор, не позволяющий использовать контактные локомотивы.

Проведенный анализ путей решения этой проблемы позволил выявить несколько путей ее решения:

- Переход к использованию на существующих локомотивах АМ-8Д (АРП-8Т) кислотных аккумуляторных батарей.
- Использование аккумуляторных электровозов нового технического уровня.
- Внедрение дизелевозов – использующих высокоэнергетическое жидкое топливо и, как следствие имеющих большую автономность.
- Внедрение дизелевозов нового технического уровня с зубчатой рейкой имеющих высокую автономность и низкую чувствительность к уклонам пути.

В данной работе произведены сравнительные тяговые расчеты различных локомотивов нового технического уровня для заданных условий эксплуатации.

Рассматривались: АМ-8Д и «Эра 10П» с кислотными батареями а также дизелевозы ДГ-100 и SKZ 81, последний – с зубчатой рейкой. Результаты расчетов отражены в таблице 3.

Откатка осуществляется с вагонетками ВГ 3,3 горной массы от проведения выработок по магистральным откаточным выработкам, от сопряжений с проводимыми выработками до ствола. Среднее расстояние транспортирования 3,8 км, уклон пути изменяется в пределах от 0‰ до 35‰ (средневзвешенный -21‰), руководящий уклон-35‰.

Таблица 1

Расчет откатки

Сравниваемое оборудование	Количество вагонеток в составе, шт.	Число рейсов в смену	Время рейса, мин.	Сменная производительность, т/см.
Электровоз АМ-8Д	5	2	91	44
Электровоз ЭРА-10П	7	3	51	85
Дизелевоз ДГ100Д.0	12	2	82	105
Дизелевоз SKZ 81	22	2	88	193

Из таблицы видно, что наиболее эффективно использовать речный тип дизелевозов. По мере снижения величины уклонов по которым SKZ 81 движется за счет взаимодействия колес с рельсами растет весовая норма поезда (табл.4)



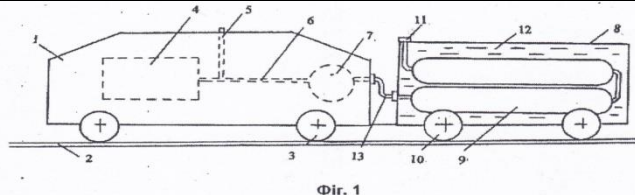
Если расположить рейки на всех участках с завышенными уклонами можно получить высокую производительность не меняя кардинально транспортную сеть шахты, убрать ступенчатость а в некоторых случаях заменить конвейерный транспорт локомотивной откаткой.

Однако существенным недостатком дизелевозов является выброс в атмосферу вредных веществ. Кафедра транспортных систем и технологий предлагает добавить в состав еще один вагон-резервуар для аккумулялирования выхлопа (рис.5),

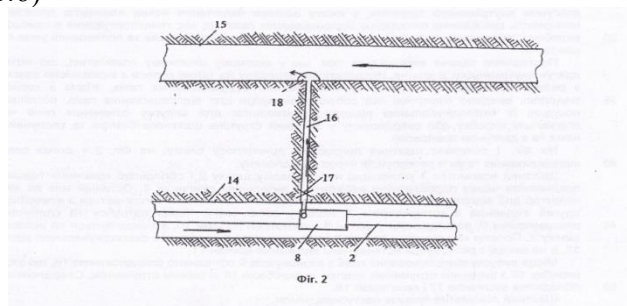
Таблица 2

Зависимость производительности SKZ 81 от уклона ‰ за счет взаимодействия колеса с рельсом.

Укл он, ‰	Количество вагонеток в составе, шт.	Число рейсов в смену	Время рейса, мин.	Сменная производительность, т/см.
21	22	2	88	193,6
17	25	2	76	220
14	29	2	76	255,2
12	32	2	90	281,6
10	36	2	90	316,8
5	48	2	74	422,4



С возможностью выброса выхлопных газов в околоствольный двор, через вентиляционную сбойку в главный ствол или на маршруте, через специально оборудованную скважину в выработку с исходящей струей в которой оборудована камера разжижения (рис.6)



#### Перечень ссылок:

1. Барташевский С.Е., Барташевская Л.И. Обоснование выбора перспективных химических источников тока для шахтных электровозов/ «Молодой вчений» №2(17),лютий 2015р.
2. Мохельник П., Ковраж П. Чешские взрывозащищенные рудничные дизелевозы/ «Горная промышленность»№2., 2002г.
3. ISSN 0209-3693 - wersja papierowa czasopisma „Maszyny Górnicze” do 2015 r.
4. <https://mining-media.ru/ru/article/transport/1705-cheshskie-vzryvozashchishchennye-rudnichnye-dizelevozy>

УДК 553.981.(477)

**Горностаєва Л.О., студент гр. 184-16-7, ГФ****Науковий керівник: Дмитрук О.О., асистент кафедри транспортних систем і технологій***(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)***К ВОПРОСУ О ГЕОЛОГИИ ЗАЛЕГАНИЯ ГАЗА**

Нефтегазовая промышленность Украины имеет многовековую историю: первые исторические данные о добыче нефти на территории западной Украины появились еще в XIV веке. В 20-х годах XIX века началась промышленная добыча нефти в районе г. Борислав на Прикарпатье. В то время это был наибольший нефтедобывающий регион в Европе. Уже в начале XX века объем добычи в этом регионе достиг 2 млн. тонн в год. Именно с территории Украины были осуществлены первые в мире межгосударственные поставки природного газа: в 1945 году начаты поставки с Дашавского и Опарского газовых месторождений в Польшу.

Метан угольных пластов встречается в пластах в адсорбированном состоянии, потому разведка угля и метана угольных пластов могут дополнять друг друга, что и используется в настоящее время. Разведка угольного месторождения в основном ограничена в районах с глубиной менее 1000м, кроме того, в пределах этой глубины уровень разведки неравномерен, в области добычи угля угольного месторождения этой глубины уровень разведки неравномерен, в области добычи угля угольного месторождения степень разведки выше, а за пределами области добычи угля степень разведки ниже. Что касается области с более низкой степенью разведки, то можно использовать геологические данные из области с более высокой степенью разведки и применить метод анализа аналогии для исследования газоправляющей собственности.

Исследования метана угольных пластов, его разведка и разработка показали, что основные геологические факторы управления газа включают в себя: степень развития угля, структура и функции распределения, глубина расположения угольного пласта, литологии пласта, вещественный состав угля и т.д. Исследование газоправляющей собственности начинается с двух моментов: особенности развития угольных пластов и их структура.

Развитие угольного пласта- это процесс, в котором углубления шва, термальное развитие угля, также, как создание метана и условия хранения непрерывно изменяются, что сопровождается сдвигом в осадочных пластах.

Образования залежей метана угольных пластов сопровождается процессом структурного преобразования залежи, структурное движение контролирует отложение и развитие угольных пластов, таким образом, также контролирует и структурные модели, конечное состояние распределения угольных пластов, распределение метана угольных пластов и так далее, и определяет окончательную форму залежи метана угольных пластов. Из всех структурных движений, структурное движение после отложения угольных пластов имеет наибольшее влияние на формирование залежи метана угольных пластов.

Текущие условия хранения метана угольных пластов является ключевым в формировании залежи метана угольных пластов и этот аспект следует принимать в расчет при освоении в развитии метана угольных пластов. Нынешние условия сохранения метана угольных пластов в основном включают в себя три аспекта: особенности развития структуры, условия возникновения угольного пласта и гидрогеологические условия.

Контролирующая роль условия возникновения угольных пластов с метаном угольных пластов включает в себя в основном два аспекта: глубина расположения

угольного пласта и состояние вмещающих пород. Условия возникновения контролируются осадением и структурным движениям угольного пласта. В этой области изменения глубины расположения пласта, литология и толщина покрывающего слоя обычно более очевидны.

1. Глубина расположения угольного пласта. Контролирующая роль условия возникновения угольных пластов с метаном угольных пластов включает в себя в основном два аспекта: глубина расположения угольного пласта и состояние вмещающих пород.

2. Глубина расположения угольного пласта. Контролирующая роль условия возникновения угольных пластов с метаном угольных пластов включает в себя в основном два аспекта: глубина расположения угольного пласта и состояние вмещающих пород. Глубина расположения угольного пласта имеет большое влияние на метан угольных пластов: с одной стороны, с увеличением глубины расположения пласта, возрастает толщина покрывающего слоя, роль плотности метана угольных пластов повышается, и содержание метана угольных пластов увеличивается, с другой стороны метан угольных пластов накапливается в качестве адсорбции, и его адсорбционная способность подвергается воздействию пластового давления, что благоприятно для хранения метана угольных пластов.

#### Выводы:

1. Стабильность земной коры в период отложения угленосных пластов и степень преобразования угольных пластов структурным движением после осадения угольных пластов контролирует текущее распределение залежей метана угольных пластов. Накопление угля является основной определением текущего формирования залежей метана угольных пластов, различных осадочных сред в период накопления угля; определение толщины отложения угольных пластов, разности литологии, осадочной среды и структурной развития после периода формирования угля являются основной исследования формирования залежей метана угольных пластов. После периода отложения угленосных пластов коры стабильна, пласт, отложенный накоплением угля, имеет стабильную большую толщину. После периода накопления угля кора стабильно оседает с большой амплитудой, структурное движение низкое и амплитуда поднятия маленькая, что благоприятно для обогащения метана угольных пластов.

2. Особенности разработки и размещения структуры, условия возникновения угольного пласта и гидрогеологические условия являются основными факторами контроля формирования залежи метана угольных пластов. Под воздействием структурного движения, в бассейне или угольном месторождении, условия разработки и размещения структуры и условия возникновения угольных пластов имеют свои особенности изменения. Распределение водоносного горизонта и циркуляция подземных вод также имеет определенную закономерность. В области есть угольные пласты имеют простую структуру, вмещающие породы угольных пластов стабильны и компактны, пласт расположен глубоко, и в застойной зоне с простыми гидрогеологическими условиями, газоконтролирующая собственность хорошая.

3. В области с низкой степенью разведки, в исследовании газоконтролирующей собственности можно использовать метод геологической аналогии, и в сочетании с результатами разведки области с высокой степенью разведки, можно провести исследование особенностей развития угольных вмещающих пород и их структуру, а также состояние хранения метана угольных пластов

УДК 622.625.28

**Дунаєнко І.П., Коробка В.Д., студенти гр. 184 – 16ск - 2****Науковий керівник: Денищенко О.В., доцент кафедри транспортних систем та технологій***(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

## **ЗАСТОСУВАННЯ САМОХІДНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ РУДНИХ РОДОВИЩ**

У всіх провідних гірничодобувних країнах, в області підземної розробки рудних родовищ пріоритетним напрямком розвитку ефективних технологій при відпрацюванні потужних покладів вважається перехід на видобуток руди системами розробки з самообваленням руди. Це одна з найбільш механізованих і високопродуктивних систем розробки, що дозволяє розвивати річну продуктивність до декількох мільйонів тонн руди.

Забезпечення високої продуктивності при відпрацюванні очисних блоків стало можливим завдяки появі потужної самохідної техніки на випуску, доставці і транспорті гірської маси.

Навантажувально-транспортні машини (НТМ) з'явившись порівняно недавно, всього кілька десятиліть тому, в значній мірі змінили технологію робіт, зробивши її більш продуктивною, безпечною, економічно ефективною. На прикладі НТМ, підземних самоскидів, спеціального транспорту особливо яскраво проявляється вплив технічного прогресу на гірниче машинобудування.

Самохідне гірниче обладнання (СГО) на пневмоколісному ходу сьогодні настільки звично, що вже важко повірити в те, що його історія налічує всього лише близько півстоліття. За кордоном на підземних роботах воно використовується з 50-х років ХХ століття. В нашу країну ці машини прийшли з запізненням приблизно на десять років.

Перевагою самохідної техніки є мобільність, універсальність, багатofункціональність, можливість швидкого перекидання на необхідну ділянку.

Навантажувально-транспортні машини дозволяють в стислі терміни розпочати експлуатацію шахти і видобуток руди. Особливо ефективним є застосування даної технології в рудниках з невеликими запасами руди. Її використання дозволяє реагувати на ситуацію на ринку шляхом регулювання собівартості видобутку. Ресурс рейкового транспорту у багато разів перевищує ресурс самохідної техніки. Тому він ефективний в рудниках, де запасів руди вистачить на багато десятиліть.

По-перше, за допомогою цих машин вдається підвести безпосередньо до вибою значну потужність, яка потім «конвертується» і в більшу вантажопідйомність і, отже, в високу продуктивність вантажно-транспортних машин.

По-друге, самохідному транспорту на пневмоколісному ходу притаманні висока прохідність, маневреність і мобільність. Не прив'язаний ні до рейок, ні до канатів (як скреперні лебідки) він володіє по суті справи необмеженою свободою дій і, в міру необхідності, може легко перекидатися з однієї ділянки на іншу.

По-третє - універсальність - здатність виконувати велике не тільки за обсягом, але і за різноманітністю вирішуваних завдань, коло робіт. Основний «обов'язок» НТМ - вантажити і транспортувати руду і породу, але вони також перевозять матеріали, обладнання, елементи кріплення, можуть виступити в ролі тягача та ін.

Ковшові навантажувально-транспортні машини - служать для навантаження і переміщення відбитої гірської маси при підземних роботах. За конструктивним виконанням і принципу дії вони підрозділяються на дві групи: ковшового типу з

вантажно-транспортним ковшем і бункерні с ковшовим вантажним органом і акумулюючим бункер-кузовом.

Тривалий час стримуючим фактором широкого впровадження потужних самохідних машин була сильна загазованість підземних виробок вихлопними газами від дизельних двигунів працюючих машин.

Найбільш ефективним рішенням цієї важливої екологічної та виробничої проблеми стало застосування на машинах, в каналах вихлопу газів, спеціальних газобирачів, розроблених на основі досліджень складних каталітичних процесів, що відбуваються на металевих поверхнях, покритих платиною або платиноїдами. З появою платиноїдних газонейтралізаторов, що встановлюються на гірничому транспортному устаткуванні, з'явилася можливість забезпечити високу концентрацію гірничих робіт на одному або декількох горизонтах рудника, чим суттєво знизити собівартість очисних робіт.

За кілька десятиліть відбулися великі зміни (рис.1) в конструкціях НТМ: збільшилися обсяг ковша і вантажопідйомність, змінилися габарити: ківш став ширше, а висота машини - менше.

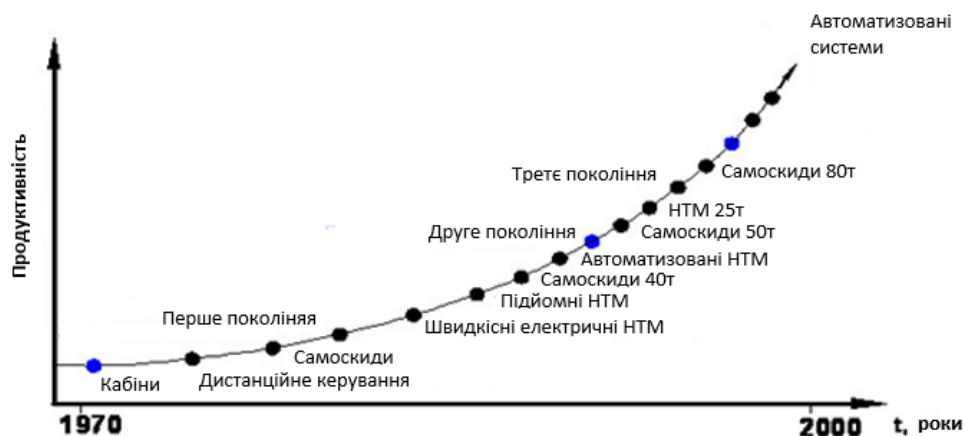


Рисунок 1 – Еволюція НТМ

Нині навантажувачі обладнані системою AutoMine-Lite не повинні чекати провітрювання газів і осадження пилу після вибуху для початку навантаження гірської породи. Процес осадження пилу може займати більше двох годин після кожного циклу вибуху, таким чином, два цикли вибухових робіт в день можна перевести у чотири години втраченої продуктивності.

Серед ключових можливостей в рішенні AutoMine® Tele-Remote реалізовано автоматичне керування обладнанням та система запобігання зіткнення обладнання з виробками. Це проста в налаштуванні, експлуатації та обслуговуванні система, яка не потребує спеціальних технічних навичок. Рішення Tele-Remote розроблено саме для швидкого розгортання на виробничій ділянці і особливо добре підходить для умов розробки рудника, де відбуваються постійні зміни, наприклад, при проходці виробок або невеликих за розмірами очисних камер.

Зведення до мінімуму впливу «людського фактора» - недостатньої кваліфікації, досвіду, швидкості реакції, настрою, нарешті, дозволить повною мірою використовувати закладений в обладнання потенціал.

### Перелік посилань

1. Ломоносов, Г.Г. Производственные процессы подземной разработки рудных месторождений/ Г.Г. Ломоносов. – М.: Издательство “Горная книга”, 2011. – 517с.

УДК 536.2+622.243

Лисенко І.Г., студентка гр. МТ-17м-1

Науковий керівник: Дреус А.Ю., к.т.н., доцент кафедри аерогідромеханіки і енергомасопереносу

(Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна)

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПЛАВЛЕННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ В ТЕХНОЛОГІЯХ ТАМПОНАЖУ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН

Процеси з фазовим перетвореннями робочого тіла мають місце в багатьох виробничих технологіях, у тому числі в деяких гірничих технологіях. Зокрема, в роботі [1] запропонований новий високоефективний спосіб тампонажу бурових свердловин, в якому використовується термопластичний матеріал. Основною ідеєю такого способу є розплавлення на вибою свердловини твердого зразка, виготовленого з оригінального термопластичного композитного матеріалу, та ізоляція стінок свердловини отриманим розплавом. Розплавлення твердої фази відбувається за допомогою термомеханічного інструменту. Ключову роль в у визначенні ефективності такої технології відіграють теплові процеси плавлення-твердіння. В роботі [2] було запропоновано математичну модель розплавлення такого матеріалу на основі розв'язання нестационарного рівняння теплопровідності без урахування руху фронту фазового переходу при роботі термомеханічного інструменту. В результаті були отримані прості аналітичні вирази для визначення швидкості розплавлення матеріалу. Проте, як вказують самі автори вказаної роботи, такий підхід носить оціночний характер, оскільки, під час руху фронту фазового переходу, температурні поля в твердій фазі будуть постійно перебудовуватись. Використання числових методів, які зазвичай застосовують в задачах такого роду, значно ускладнює процес дослідження.

Математична модель процесу плавлення термопластичного матеріалу включає рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}, \quad 0 \leq x < \infty, \quad \tau > 0, \quad (1)$$

де  $T$  – температура,  $\tau$  – час,  $y$  – просторова координата,  $a$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, початкову умову

$$T(x, 0) = f(x), \quad (2)$$

та граничні умови

$$T(S(\tau), \tau) = T_f, \quad \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x \rightarrow \infty} = 0, \quad (3)$$

де  $T_f$  – температура плавлення матеріалу.

Для урахування руху фронту фазового переходу використовується додаткова умова

$$q = - \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=S(\tau)} + \rho V_\infty \Delta Q, \quad (4)$$

де  $q$  – тепловий потік, що генерується на лінії контакту термомеханічного інструменту і термопластичного матеріалу,  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності,  $S$  – поточна координата положення фронту фазового переходу,  $\Delta Q$  – теплота плавлення матеріалу,  $V_\infty = \frac{\partial S}{\partial \tau}$  – швидкість плавлення.

Складність розв'язання задачі (1)–(4) полягає в необхідності постійному відстеженні положення точки фронту фазового переходу, що рухається. Для запобігання математичних ускладнень під час розв'язання задачі перетворимо рівняння (1) відповідно до методики запропонованої в [3]. Введемо нові безрозмірні змінні

$$t = \frac{\tau}{\tau_T} - 1, \quad z = \frac{y-S(\tau)}{\sqrt{a\tau_T}}, \quad u = \frac{T-T(x,0)}{T_f-T(x,0)}, \quad (5)$$

де  $\tau_T$  – час попереднього нагрівання матеріалу. Тоді, після підстановки (5) до (1)–(4) й відповідних перетворень, вихідна задача приймає безрозмірний вигляд вигляд

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \mu \frac{\partial u}{\partial z}, \quad (6)$$

$$u = 0, \quad (7)$$

$$u|_{z=0} = 1 \quad \frac{\partial u}{\partial z}|_{z \rightarrow \infty} = 0, \quad (8)$$

$$\mu = w \frac{\partial u}{\partial z}|_{z=0} + r, \quad (9)$$

де  $\mu = v_\infty \sqrt{\frac{\tau_T}{a}}$ ,  $w = \frac{c}{\Delta Q(T_f - T(x,0))}$ ,  $r = \frac{q}{\rho \Delta Q} \sqrt{\frac{\tau_T}{a}}$  – безрозмірні параметри,  $c$  – теплоємність термопластичного матеріалу,  $\rho$  – густина термопластичного матеріалу.

При розв'язанні задачі (6)–(7) положення фронту фазового перетворення в будь-який момент часу відповідає точці  $z=0$ , що значно спрощує алгоритм обчислень.

Задача (6)–(7) розв'язувалась чисельно з використанням методу скінчених різниць. В результаті розрахунку отримано розподілення нестационарного поля температур всередині термопластичного матеріалу і швидкість плавлення при заданому механічному навантаженні на поверхні зразка.

### Перелік посилань

1. Kuzin, Y. Isolation technology for swallowing zones by thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate [Text] / Y. Kuzin, M.Isakova, D. Sudakova, O. Mostinets. Scientific Bulletin of National Mining University, 2017, №1, 34-39.

2. Sudakov, A. The study of melting process of the new plugging material at thermomechanical isolation technology of permeable horizons of mine opening [Text] / A. Sudakov, A. Dreus, D. Sudakova, O. Khaminich. E3S Web Conf., Ukrainian School of Mining Engineering, 60, 2018, 00027 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000027>

3. Полежаев Ю.В. Тепловая защита [Текст] / Ю.В. Полежаев, Ф.Б. Юревич – М.: Энергия, 1976. 392 с.

УДК 622.324.5.002.8

**Канаєв Є.Г.** студент гр. 185-18ск-1**Науковий керівник: Федоренко Е.А., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій***(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

## СОПУТСТВУЮЩЕЕ СЫРЬЕ В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Каждый год из Земли добывается до 200 млрд. т. полезных ископаемых, в процессе добычи и переработки которых образуются твердые, жидкие, газообразные отходы и их объем превышает 800 млрд. т. Добыче 1 т. угля сопутствуют 3 т. отходов и в процессе дальнейшего потребления образуется еще 0,2...0,3 т. При добыче железной руды, цветных и благородных металлов эти цифры еще более внушительны. В горном производстве количество этого сопутствующего сырья иногда достигает 98 % извлекаемой из земли горной массы [1].

При этом в горной промышленности мира в целом 45...65 % извлекаемых сопутствующих пород используется для засыпки карьеров и отработанных горных выработок, образовавшихся в результате ведения горных работ, 9 % - в качестве строительного материала или сырья для его производства, 1 % применяют как закладочный материал для закладки выработанного пространства, а почти половина всего объема сопутствующего сырья в горном производстве на сегодняшний день остается неиспользованной.

Такая же картина и с сопутствующими жидкими и газообразными отходами – водой и газами. В настоящее время в мире используется много разных технологий для извлечения ценных ингредиентов из сопутствующих отходов горных предприятий с их дальнейшей утилизацией в качестве сырья для промышленного производства.

Из газообразных отходов основным является шахтный метан, выбросы которого на поверхность при добыче угля образуются при дегазации угольных пластов и за счет вентиляции горных выработок. Доля выхода метана в атмосферу от дегазации угольных пластов составляет 15 % от общего объема выделений шахтного газа из угольных шахт. Объемная концентрация метана при этом составляет 30...70 %. Системами вентиляции на поверхность выбрасывается до 85 % от всех выделений шахтного метана из угольных шахт.

Сопутствующий шахтный газ является значительным, но еще неосвоенным топливным ресурсом и крупнейшим загрязнителем земной атмосферы, попадая в которую он очень сильно ухудшает экологическую обстановку Земли. Шахтный газ метан в 21 раз сильнее, чем углекислый газ влияет на создание парникового эффекта в атмосфере [2].

В настоящее время в мире имеется несколько основных вариантов использования шахтного газа с концентрацией метана от 30 до 100 %: в качестве топлива в металлургических и промышленных печах и для бытовых нужд; использование в качестве моторного топлива в двигателях внутреннего сгорания, в том числе и для производства электроэнергии; закачка в газопроводы для использования вместо традиционного природного газа; в качестве сырья для химической промышленности.

Для утилизации шахтного метана низкой концентрации возможно применение каталитических технологий с дальнейшим использованием полученной тепловой энергии.

### Перечень ссылок

1. Дудля М.А. Процеси підземного зберігання газу [1]: підручник / М.А. Дудля, Л.Н. Ширін, Е.А. Федоренко. – Д. : Національний гірничий університет, 2012. – 412с.



2. Пучков Л.А. Реальность промышленной добычи метана из неразгруженных угольных пластов [2] / Л.А. Пучков – М. : Издательство Московского государственного университета, 1996. -23с.

УДК 622.625.28-592.112 (043.5)

**П'ятниця К.В.** студент гр. ГРг-15-1

**Наукові керівники:** **Коптовець О.М.,** д.т.н., професор кафедри транспортних систем і технологій; **Расцветаєв В.О.,** к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій  
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАДАЧ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ РУХОМОГО СКЛАДУ ШАХТНОГО РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТУ**

В теперішній час тенденції розвитку гальмівної техніки свідчать про те, що емпірично, методом проб і помилок здійснюється вибір матеріалів з фрикційними властивостями, які б дозволили досягти необхідних показників призначення гальма і ефективності гальмування [1, 2]. Виявлені за результатами патентних досліджень тенденції розвитку гальмівного обладнання свідчать про те, що фрикційні гальма колодкові-колісного типу є основними для рухомого складу всіх видів транспорту, але не мають технічних рішень, які б реалізували створення шахтного рухомого складу високого технічного рівня по ефективності тяги і гальмування з незмінним коефіцієнтом тертя гальма в діапазоні зміни експлуатаційної швидкості руху.

У структурі гальмівної системи ланки приводу, передачі і гальмівного механізму мають певну податливість, які не можна розглядати в механізмах з абсолютно жорсткими ланками.

Побудова моделей трибологічної механіки [1], які базуються на вирішенні контактних задач теорії пружності та пластичності, є переходом від емпіричної науки до фундаментальної, що дозволяє керувати процесами тертя. Коефіцієнт тертя не може бути віднесений до будь-якої однієї деталі, він залежить від всіх складових трибологічних систем. Математична теорія не розглядає залежність сили (коефіцієнта) тертя від швидкості ковзання.

Таким чином, для постановки актуальної наукової задачі необхідно виконати класифікацію, яка складається з обґрунтування методів управління силою тертя в робочому процесі гальма за величиною і в функції швидкості ковзання, показниками ефективності гальма і гальмування рухомого складу рейкового транспорту шахт на основі ідентифікації спільного збудження кінематичних вимушених коливань за рахунок дискретності і конструктивних зв'язків контакту тертя з фрикційними коливаннями. Це в свою чергу передбачає нові технічні рішення щодо розробки гальмівних систем рухомого складу шахтного рейкового транспорту високого технічного рівня.

Використання методів моделювання з узагальненням результатів і оцінкою достовірності і точності дозволяє виявити нові технічні рішення і прискорити їх впровадження. Слід зазначити встановлений факт, що між тертям і коливаннями існує двосторонній зв'язок, тобто тертя породжує коливання різних видів, а коливання в свою чергу впливають на тертя. Окрім цього важливим є твердження про зв'язок коливань в вузлах тертя, нормальні і тангенціальні коливання не можуть проходити незалежно [3].

Необхідно також відзначити, що один з джерел збудження релаксаційних автоколивань, яким є перехід від статичного до кінетичного тертя, тобто стрибок обумовлений зростанням істинної поверхні торкання в окремих контактах [1].

До теперішнього часу нормальні переміщення контакту при вивченні залежності сили тертя від швидкості ковзання і фрикційних автоколивань не враховувались. Тому на первинному етапі досліджень виникає необхідність класифікації завдань підвищення ефективності гальмівної системи рухомого складу рейкового транспорту шахт (табл. 1).

Таблиця 1 – Класифікація показників гальмівних систем рухомого складу рейкового транспорту шахт

Основні показники	Застосування
Встановлення залежностей і класифікація показників якості гальма	Вимірювальний і розрахунковий методи для оцінки технічного рівня рухомого складу по ефективності гальмування.
Математична модель тяги і руху шахтних потягів	Обчислювальний і блок-схемний алгоритми моделювання тяги і руху. Обґрунтування параметрів динамічної моделі гальма при несталих режимах руху. Галузевий стандарт, який встановлює технічні вимоги до проектів, технічним оснащенням і експлуатації локомотивного транспорту.
Основи теорії гальмівної колодки	Обґрунтування структури і параметрів динамічної моделі гальмівного механізму, вимірювального комплексу апаратури та гальмівних стендів (умови можуть бути ідентифіковані плануванням експериментів).
Гальмо, як трибологічна система, що за видом є структурно невизначеною	Статистична модель кінетичної характеристики тертя гальма.
Гальмо, як адаптивний механізм змінної структури	Обґрунтування розрахункової схеми динамічної моделі гальма з адаптивними структурними групами і способу управління силою тертя в робочому процесі гальма.
Спектральний аналіз вібраційних переміщень і зусиль навантаження колодки, кореляційний і регресійний аналіз зусиль	Обґрунтування зміни коефіцієнтів регресії в моделі залежності коефіцієнта тертя при різних значеннях пружних і дисипативних сил навантаження і способу управління силою тертя гальма в функції гальмівного натискання і швидкості руху.
Тягово-енергетичні, вібраційно-шумові періодичні і ходові випробування рухомого складу	Карта технічного рівня електровозів для їх атестації (галузевий стандарт). Рішення задачі параметричної ідентифікації для математичних моделей з відомою структурою.
Динамічні моделі гальма	Обчислювальні алгоритми моделювання фрикційних коливань в гальмі. Обчислювальні експерименти для вирішення модельних задач. Спосіб управління силою тертя в робочому процесі гальма.
Дослідно-промислова перевірка	Технічні завдання на розробку шахтних електровозів (локомотивів), випробувальна документація дослідних зразків шахтних електровозів. Рекомендації щодо впровадження.

Наведена в табл. 1 класифікація необхідна для подальшої розробки динамічної моделі гальма з урахуванням конструктивних зв'язків. Крім того, вона буде у нагоді для розробки обчислювального алгоритму моделювання взаємодії нормальних і тангенціальних коливань в гальмі для дослідження характеристик і проектування гальмівних систем рухомого складу шахтного рейкового транспорту.

### Перелік посилань

1. Разработка тормозных систем подвижного состава шахтного рельсового транспорта высокого технического уровня / А.Н. Коптовец, С.Е. Барташевский,

В.В. Яворская, А.А. Савченко // Науковий журнал «Молодий вчений». – 2015. – № 5 (20). – С. 43 – 46.

2. Ehlers H. Potential and limits of opportunities of the block brake / H. Ehlers // Glasers Annalen. – 2002. – № 6/7. – P. 290 – 300.

3. Буданов Б.В., Кудинов В.А., Толстой Д.Н. Взаимосвязь трения и колебаний / Б.В. Буданов, В.А. Кудинов, Д.Н. Толстой // Трение и износ. – 1980. – Т. 1. – С. 79 – 89.

**Пархоменко В.В.** студент гр. 184-16-9, ГФ

**Науковий керівник: Коровяка Є.А.,** к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технологій

*(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», г. Дніпр, Україна)*

## **ТРЕБОВАНИЕ К ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ И ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РЕСУРСОВ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

В связи с резким увеличением спроса мировой экономики на традиционные энергоносители и как следствие их удорожание, всё острее встаёт проблема добычи углеводородов из нетрадиционных объектов, в частности, метана из угольных пластов.

Существуют два принципиально разных способа добычи угольного метана: шахтный (на полях действующих шахт) и скважинный. Шахтный способ обеспечивает получение метана в небольших количествах, в основном, для собственных нужд угледобывающих предприятий. Использование данного способа затруднено из-за значительных колебаний объемов поступающей газозооной смеси и концентрации в ней метана. Извлечение метана с помощью специально пробуренных скважин обеспечивает возможность добычи газа в промышленных масштабах.

Экономическая целесообразность промышленной добычи метана из угольных пластов подтверждается опытом освоения метаноугольных месторождений в США, которые занимают лидирующее положение в мире по уровню развития «новой газовой отрасли» (добыча метана составляет около 10% от добычи традиционного газа). Также промышленная добыча метана угольных пластов ведется в Австралии, Канаде и Колумбии.

Кроме того, добыча и использование газа улучшит экологическую обстановку в углепромышленных районах, снизит газоопасность добычи угля в шахтах и создаст новые рабочие места на газовых промыслах и газоперерабатывающих предприятиях.

Соответственно определение ресурсного потенциала метана угольных месторождений должно основываться на отдельном подсчете и геолого-экономической оценке его добываемых запасов согласно условиям их локализации и способа разработки.

Начальные запасы метана в подсчетном блоке определяются по следующей формуле:

$$Q_M = M_{ср} * m, \text{ м}^3$$

где  $M_{ср}$  – средняя метаноносность по блоку,  $\text{м}^3/\text{т.с.б.м}$ ;

$m$  – органическая масса угля в подсчетном блоке, т

Метан угольных толщ образует следующие виды полезных ископаемых, которые отличаются условиями образования и способами разработки и использования:

- метан шахтный – извлечение метана посредством подземной дегазации параллельно с ведением горных работ вакуум-насосными станциями;

- метан скважинный – метан угольных толщ, добываемый через скважины, пробуренные с поверхности, в процессе опережающей и сопровождающей добычу угля дегазации;

- метан техногенных залежей в разгруженных зонах углепородных массивов действующих и закрытых шахт, добываемый через скважины, пробуренные с поверхности в процессе постэксплуатационной дегазации;

- метан природных залежей в нетронутых углепородных толщах, добываемый с помощью технологий нефтегазового комплекса.

Зоны распространения угольных пластов, перспективных на попутное извлечение и использование углеводородных газов (метана), выделяются в пределах глубин подсчета запасов и оценки ресурсов углей, проведенных в угольных бассейнах (обычно до 1800 м). Объектами оценки ресурсов углеводородных газов в этих зонах являются

скопления метана в угольных пластах, удовлетворяющие требованиям к ним как к попутному полезному ископаемому.

В условиях углепромышленных районов осуществляется только попутное извлечение шахтного метана, поэтому при выделении зон, перспективных для добычи, а также оценки их ресурсов, основным и решающим критерием определения промышленного значения метана, является технологическая необходимость и возможность шахтной дегазации системами скважин (для обеспечения газобезопасности и снижения выбросоопасности пластов). Корректирующими критериями служат количество и качество каптированного газа, обеспечивающие возможность его извлечения в соответствии с технико-экономическими показателями и действующими требованиями к безопасности его использования.

Границами зон распространения угольных пластов, перспективных на попутное извлечение и утилизацию метана как объектов для оценки ресурсов попутного газа, принимаются контуры, в пределах которых извлечению метана при разработке угольных пластов технологически возможно, а использование газа экономически оправдано.

В зоне газового выветривания метаноносность угольных пластов обычно не превышает 3-4 м<sup>3</sup>/т с.б.м., а относительная метанообильность шахт в среднем не более 4-5 м<sup>3</sup>/т добычи. При переходе горных работ в метановую зону происходит пропорциональное увеличение относительной метанообильности с глубиной разработки.

Результаты изучения газоносности показывают, что в метановой зоне природная метаноносность угольных пластов имеет криволинейную зависимость от глубины погружения пластов (считая по вертикали от поверхности метановой зоны).

$$M = A - \frac{B}{(C - H)}$$

где М – метаноносность угля, м<sup>3</sup>/т угля;

А – предельная метаноёмкость углей, разведываемого участка на максимальных глубинах оценки, м<sup>3</sup>/т угля;

В и С – эмпирические коэффициенты;

Н – глубина залегания пласта, м (абс.).

Угольный пласт представляет собой нетрадиционный коллектор трещиновато-пористого типа с системой микропор, макропор и трещин кливажа. Размеры пустот колеблются от нескольких ангстрем до миллиметров. Основной объём метана (90-95 %) находится в связанном (сорбированном) состоянии в матрице или на поверхности угольного вещества. В свободном состоянии в порово-трещинном пространстве угля встречается до 5-10% метана. Одной из основных особенностей метанугольных месторождений является генетическая связь метана с угольным пластом. При этом степень метаморфизма угля является основным параметром, определяющим количество метана, находящегося в угле в адсорбированном состоянии.

В отличие от традиционных нефтегазовых коллекторов, угольный пласт как коллектор характеризуется следующими особенностями: практически отсутствием открытой пористости, присутствие в угле системы природной слоистости плит трещиноватости - кливажа, низкой проницаемости и др. Фильтрационно-ёмкостные свойства углей сильно изменяются от глубины залегания угольных пластов. Установлено, что с глубиной происходит рост степени метаморфизма углей, благоприятного для промышленной добычи метана. В это же время с глубиной происходит всё большее закрытие трещин, снижение проницаемости, что может приводить к снижению эффективности добычи метана.

УДК 622. 276.53

**Стефанишин А.Б.,** аспірант кафедри НГО, **Бакун Б.М.,** студент групи НІО-18-1  
**Науковий керівник: Колей Б.В.** д-р техн. наук, професор  
 (ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, Україна)

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ НАСОСНИХ ШТАНГ ПІСЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ**

Питання підвищення надійності і ефективності використання насосних штанг є важливим і актуальним. Продовження терміну служби насосних штанг є однією з актуальних задач в нафтовому виробництві. В процесі експлуатації насосні штанги набувають дефекти, такі як тріщини по тілу штанги, місцеві зношування галтельної частини, корозійні пошкодження та ін. Тому потрібно знайти спосіб, де б вирішувалося завдання ремонту штанги і максимального використання ресурсу штангового прокату, повернення в роботу значної частини відбракованих штанг.

Для зміцнення та відновлення поверхні насосної штанги використовуються різні методи. Пропонується ремонт відпрацьованих НШ який включає наступні операції:

1. Вхідний контроль відпрацьованих НШ, які надійшли на ремонт, по твердості, який включає в себе - заміри твердості за Бринелем НВ і сортування відпрацьованих НШ з  $HV \leq 240$  і з  $HV \geq 240$ .

2. Сортування НШ за овальністю (механічному стиранню) в одному перерізі.

3. Відрізання висаджених головок, без залишку галтелі, на заготовці до номінального діаметра. Косина різку не більше 0,5 мм.

4. Механічна очистка відпрацьованих НШ на лінії дробоструминного очищення гарячекатаного прокату в 3-5 проходів до повного очищення поверхні прутків.

5. Зняття фасок  $3 \times 30^\circ$  з обох кінців заготовки на фаскознімальній машині;

6. Виправлення заготовок на 2-х валковій косовалковій правильній машині. Кривизна прутків після правки не більше 1 мм / 1 м.

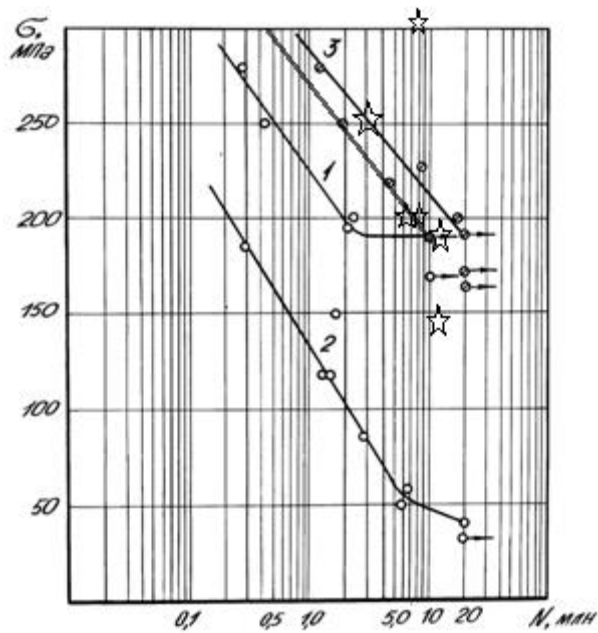
7. Обточування на безцентровому токарному верстаті відпрацьованих НШ діаметром 25 мм до 22,06 - 22,03 мм, відповідно до ГОСТ 13877-96, відпрацьованих НШ діаметром 22 мм до 19,05 - 19,02 мм, відповідно до ГОСТ 13877-96. На обточеній поверхні не допускаються дефекти - тріщини, закати, подрізи і інші дефекти механічного характеру, які виводять пруток за мінімальний діаметр. У разі виявлення вищезазначених дефектів на поверхні обточених прутків діаметром 22,06-22,03 мм, то проводиться обточування таких прутків в діаметр 19,02-19,05 мм, у разі виявлення вищевказаних дефектів на поверхні обточених прутків діаметром 19,02-19,05 мм, то проводиться обточування таких прутків в діаметр 16,02-16,05 мм. Чистота поверхні після проточування складає Ra 0,63.

8. Сортування готової продукції за діаметрами і поверхнею на відповідність ГОСТ 13877-96.9. Промаслення заготовки НШ інгібітором атмосферної корозії.

9. Видача сертифіката якості на вироблену заготовку НШ.

Після відновлення штанги за запропонованою технологією було випробувано зразки для дослідження втомної міцності при різному навантаженні та напруженнях згину з обертанням частотою 950 хв-1 на установці ЗКШ-25

Якщо обробка дробом чи обробка металевими обертовими щітками підвищує опір втомі насосних штанг з сталі 20Н2М в 3-4 рази, а суміщення ППД і металізаційного цинкування піднімає границю витривалості в 4-5 раз, то випробування зразків згідно запропонованої технології відновлення штанг свідчать про підвищення їх витривалості в 3-4 рази (рис.).



1, 2 – серійні, 3 – після зміцнення ППД і металізацією цинком, зірочками показані результати випробувань зразків згідно запропонованої технології відновлення штанг  
Рисунок – Криві втоми (1) і корозійної втоми (2,3) насосних штанг діаметром 22 мм зі сталі 20Н2М

### Висновки

Результати експериментів свідчать, що запропонований метод відновлення штанг забезпечує зростання обмеженої границі витривалості зразків згідно запропонованої технології відновлення штанг в 3-4 рази. За допомогою розробленої технології та отриманих результатів досліджень можна раціонально використовувати штанги і значно скоротити аварійність при видобуванні нафти зі свердловин.



УДК 658.155:622.33

Таран В.О. студент гр. 185м-17-1

Науковий керівник Ширін Л.Н., професор кафедри транспортних систем і технологій

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

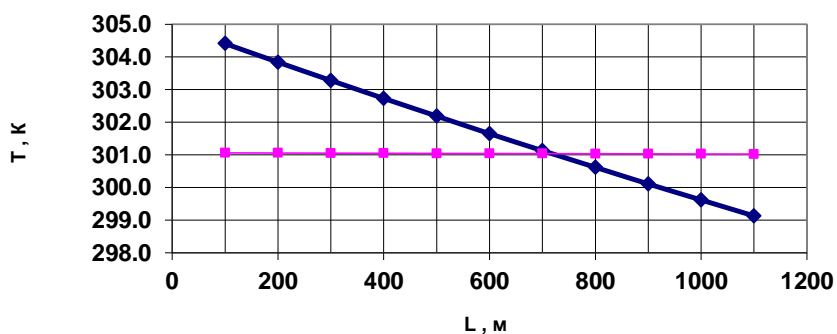
## ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗАВАРІЙНОЇ РОБОТИ ГАЗОЗБІРНОЇ СИСТЕМИ ПРОЛЕТАРСЬКОГО ПСГ

З розвитком газовидобувної промисловості з'явилась проблема газових гідратів, які ускладнюють технологію добування, транспортування, зберігання та переробки газу в Україні. Вартість методів попередження та ліквідації гідратів в системах видобутку та транспорту газу зростає. За умов існуючих методів боротьби з гідратами, витрати пов'язані із попередженням гідратуутворення досягають 30% собівартості газу що транспортується.

Через невирішену проблему попередження гідратуутворення при низькотемпературній обробці газу фактична температура процесів нерідко перевищує проектну, унаслідок чого з газу недостатньо повно відокремлюється рідина. Наявність у газі вологи, рідких вуглеводнів, агресивних і механічних домішок знижує пропускну здатність газопроводів, збільшує витрату інгібіторів, посилює корозію. Все це знижує надійність роботи газозбірної системи, збільшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

В умовах Пролетарського підземного сховища газу (ПСГ) вирішення питань попередження гідратуутворення є актуальним для газової промисловості регіону, а розробка новітніх технологій дозволить поліпшити екологічну характеристику і показники ефективності роботи систем видобутку та транспортування газу.

Рисунок 1 – Графік зміни температури по довжині шлейфу та лінія



гідратуутворення.

По графіку зміни температури по довжині шлейфу визначається можливе місце гідратуутворення в шлейфі. Слід відзначити, що на установках НТС температура нерідко перевищує проектну. З метою забезпечення безаварійної роботи газозбірної системи Пролетарського ПСГ виникла необхідність впровадження новітніх технологій для контролю за температурою та тиском газу на фонтанних арматурах.

По результатам аналізу і оцінки вітчизняного і зарубіжного досвіду у цій сфері для уникнення аварійних ситуацій у зв'язку з повним загідрачуванням шлейфа та гирла свердловини було рекомендовано впровадити на Пролетарському ПСГ системи безпроводного контролю параметрів роботи газозбірної системи, яка дозволить:

- в режимі реального часу визначати тиск та температуру газу безпосередньо на фонтанній арматурі свердловин з диспетчерської;
- виконувати оперативний контроль за параметрами роботи окремо по кожній свердловині;
- визначати місце та початок загідратування в газозбірній системі;
- підвищити точність і достовірність показів датчиків;
- оперативно приймати рішення про подальші дії при виникненні аварійної ситуації.

### **Висновок**

Не можливо уникнути процесу гідратування в газозбірній системі, тому попередження його є вимушеною та необхідною частиною під час роботи ПСГ, як при відборі так і при закачуванні газу. Об'єм газу та інгібіторів гідратування, що використовуються при боротьбі із гідратами є значним, а тому необхідно працювати в напрямку розробки нових методів попередження цього явища та отримання більш економічного ефекту.

Запропонований метод є дієвим і ефективним, а також цікавий тим, що впровадження цього методу не потребує великих капіталовкладень та часу. Завдяки простоті його введення в дію на фонтанній арматурі свердловин не потребує допомоги сторонніх організацій, бо встановлення датчиків, створення та оптимізацію програмного забезпечення можна виконати власними силами.

Постійний контроль за температурою та тиском газу на фонтанній арматурі забезпечує вчасне і оперативне реагування на будь-які зміни цих параметрів, що призводить до безаварійної роботи газозбірної системи та зменшує трудовитрати обслуговуючого персоналу.

Швидке та систематизоване надходження інформації про параметри роботи газозбірної системи в диспетчерську дозволить отримувати повну і достовірну інформацію щодо режимних параметрів газозбірної системи і занесення їх в електронні журнали в автоматизованому режимі.

Застосування форсунки, яка розпилює метанол, значно підвищить якість процесу боротьби з гідратуванням та призведе до скорочення витрат метанолу.

Впровадження системи безпроводного контролю параметрів роботи газозбірної системи та застосування розпилюючої форсунки є доцільним та вельми актуальним на Пролетарському ПСГ.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ**

1. Макогон Ю.Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование. – М.: Недра, 1985, 232 с.
2. Стандарт підприємства «Правила технічної експлуатації магістральних газопроводів, СТП 320.30019801.018-2000.
3. Розгонюк В.В., Руднік А.А., Коломєєв В.М., Григіль М.А., Болокан О.О., Хачікян Л.А., Герасименко Ю.М. Довідник працівника газотранспортного підприємства - К.:Росток, 2001.
4. М.П. Химко, А.В. Дацюк, В.А. Фролов, Ю.В. Пономарьов Довідник інженера диспетчерської служби – К.:ВАТ УЦЕБОПнафтогаз 2007.
5. Технологічний регламент установки відбору і підготовки газу до транспортування на Пролетарському ПСГ. с. Пролетарське, 2008.

УДК 622.625.28

**Чернега Р.К., студент гр. 151-16-1, Амелін М.О., студент гр.151м-17-1, ФІТ  
Науковий керівник: Денищенко О.В., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем та технологій**

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

## **ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШАХТНИМИ КАНАТНИМИ ДОРОГАМИ**

Канатні надгрунтові (далі ДКН) і підвісні монорейкові дороги (далі ДКМ), що працюють за принципом відкатки вантажів по рейкових напрямних за допомогою замкнутого тягового канату, з'явилися в Німеччині в середині минулого століття і швидко зайняли вагоме місце в сегменті засобів допоміжного транспорту шахт провідних вуглевидобувних країн, що розробляють пласти з мінливою гіпсометрією.

Незважаючи на те, що монорейкові канатні системи в порівнянні зі звичайними наземними засобами доставки матеріалів і людей мають ряд переваг (адаптація до рельєфних умов виробок, можливість ефективної роботи у виробках з підшовами, що здимаються, збільшення пропускної здатності за рахунок транспортування по верхній їх частині, зниження витрат на технічне обслуговування і експлуатацію), їм притаманний серйозний недолік, що полягає в силовому динамічному впливі на кріплення виробок і породи покрівлі взагалі. Тому питання щодо вибору підвісної або надгрунтової системи має вирішуватися в кожному конкретному випадку з урахуванням гірничо-геологічних умов.

Спочатку основним призначенням ДКН і ДКМ було транспортування обладнання та матеріалів порівняно невеликої одиничної маси (до 10 тонн), однак вченими Національного гірничого університету була розроблена і успішно реалізована технологія застосування канатних надгрунтових доріг в якості єдиного транспортного засобу при проведенні гірничих виробок [1], що призвело до створення установок важкого типу, придатних також для доставки сучасного гірничого обладнання одиничною масою до 30 тонн.

Розширення сфери застосування ДКН зажадало вдосконалення їх управління в напрямі створення автоматизованої системи, що забезпечує продуктивну і безпечну експлуатацію установок. При цьому необхідно враховувати весь діапазон гірничо-геологічних (кут залягання пласта, розміри шахтного поля, фізико-механічні властивості гірських порід, водопріток і ін.) і виробничо-технічних (протяжність виробки і її перетин, необхідні темпи проведення, тривалість технологічних операцій і ін.) чинників, яким повинна відповідати така система управління, що висуває жорсткі вимоги до її адаптаційних можливостей.

Мета роботи - обґрунтування ефективної структури автоматизованої системи керування канатними дорогами важкого типу на основі аналізу розрахункової схеми.

Схема функціональної структури автоматизованого управління ДКН, адаптована до технологічних процесів транспортування породи в реальних умовах шахтної середовища, представлена на рис. 1.

За результатами раніше виконаних досліджень встановлено, що для реалізації функцій управління інформація, яка надходить на пульт оператора ДКН, повинна забезпечувати:

- централізований контроль за ходом технологічного процесу;
- діагностику стану транспортно-технологічного обладнання;
- реєстрацію історії розвитку процесу (опція);
- обчислювальні і логічні функції інформаційного характеру.

До складу АСУ ТП переміщення породи повинні входити:

- асинхронний трифазний двигун (АД), до валу якого приєднаний через редуктор приводний шків тертя (ШТ);
- вимірювальний перетворювач (ШІv) швидкості обертання приводного шківа тертя в уніфікований вихідний сигнал 4 - 20 мА;
- вимірювальні перетворювачі (ШІF) зусилля натягу каната в уніфікований вихідний сигнал 4 - 20 мА, встановлені в набігаючій на приводний шків (Fн) і збігаючій з нього (Fс) гілках каната;
- частотний привід асинхронного двигуна, що забезпечує плавне регулювання його швидкості;
- мережевий фільтр, що не пропускає високочастотні перешкоди в мережу;
- пускач реверсивний, підключений до мережі  $\approx 660/380$  В через роз'єднувач Р;
- шафа ручного управління приводом;
- вимірювальні перетворювачі струму, напруги, активної і реактивної потужності, споживаної енергії АТ, що перетворюють вищевказані параметри в уніфіковані сигнали 4 - 20 мА;
- додатковий контролер, що забезпечує автоматичні захист, блокування та управління канатною дорогою;
- існуючий пульт ручного управління приводної станції;
- станція контролю та управління оператора, виконана на базі ПК.

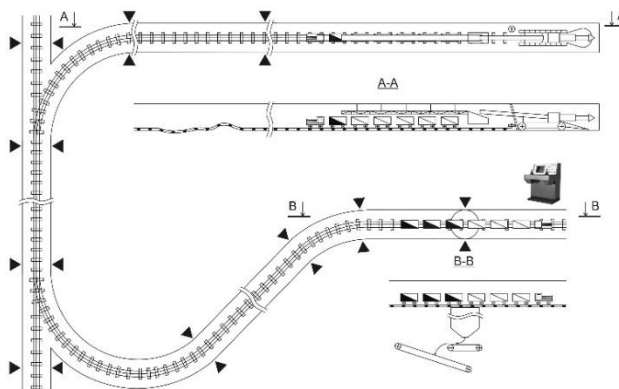


Рисунок 1 – Функціональна структура автоматизованого управління технологічними процесами транспортування породи ДКН: А - А - пункт навантаження породи в вагони; В - В - пункт розвантаження вагонів; С - С - зона активного здимання порід ґрунту; ► ◄ - зони діагностування вузлів ДКН

На підставі виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

- сучасні конструкції ДКН важкого типу для транспорту гірської маси, що характеризуються зміною траси і маси составів в процесі проведення виробок, повинні бути обладнані автоматизованою системою управління;
- розроблена структура автоматизованої системи управління може бути успішно адаптована до будь-яких транспортних установок із замкнутим тяговим канатом (канатних монорейкових доріг, канатного метро тощо).

### Перелік посилань

1. Денищенко, А.В. Повышение эффективности канатных напочвенных дорог при проведении участковых подготовительных выработок / А.В. Денищенко, Л.Н. Посунько, А.Л. Ширин, М.А. Кечин // Збірник наукових праць НГУ. — Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2015. — № 46. — С. 159 – 168.