

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

ШИРИН АРТЕМ ЛЕОНИДОВИЧ

УДК [622.268.4: 625.5: 519.876.2] (043.3)

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОВЕДЕНИЯ
ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК
СО СЛОЖНОЙ ГИПСОМЕТРИЕЙ ПЛАСТОВ**

Том 2

Специальность 05.15.02 – Подземная разработка месторождений
полезных ископаемых

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
А.М. Кузьменко

Днепропетровск – 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Приложение А – Программа и методика шахтных исследований режимов работы напочвенных канатных дорог при транспортировании грузов в сложных горнотехнических условиях.....	3
Приложение Б – Исходные требования на создание и внедрение технологии комбайнового проведения выемочных выработок с автоматизированным управлением процессами транспортировки шахтной породы напочвенными канатными дорогами	29
Приложение В – Акт передачи научно-технической продукции.....	47

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ПАО «ДТЭК Павлоградуголь»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Государственного ВУЗ «НГУ»
д.т.н., профессор



С.А. Воронцов

18.12.2013



А.С. Бешта

20.12.2013

ПРОГРАММА И МЕТОДИКА

**ШАХТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НАПОЧВЕННЫХ
КАНАТНЫХ ДОРОГ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ГРУЗОВ В
СЛОЖНЫХ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Днепропетровск – 2013

Содержание

1	Общие положения методики	3
2	Краткое описание объекта исследований	5
3	Цель и задачи исследований.....	7
4	Выбор и подготовка представительного участка для проведения шахтных исследований режимов работы ДКНП-1,6 в реальных условиях эксплуатации	9
5	Технология проведения шахтных исследований параметров взаимодействия элементов системы «привод - тяговый канат - произвольный профиль трассы - состав вагонеток».....	11
6	Установление показателей эффективной работы ДКНП-1,6 для типичных условий реального маршрута	13
7	Формирование нетипичных условий работы элементов исследуемой системы.....	18
8	Обработка, анализ и оформление результатов исследований	24
9	Техника безопасности при проведении исследований	24

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ

При доработке разведанных запасов угля у границ шахтных полей, а также при вовлечении в отработку прирезаемых запасов, расстояние транспортирования грузов от подготовительных забоев до околоствольного двора увеличилось до 5,0...7,0 км. Возросшая на многих шахтах Западного Донбасса протяженность и многоступенчатость породных маршрутов с наличием наклонных и криволинейных участков потребовали изменения существующих подходов к прогнозированию возможных режимов работы средств вспомогательного транспорта.

В участковых выработках с активным пучением пород почвы и обильными водопритоками единственным транспортным средством, обеспечивающим работу подготовительных забоев, являются напочвенные канатные дороги тяжелого типа - ДКНП-1,6. Однако при использовании дорог в подземных выработках со стохастически изменяющимися условиями эксплуатации особое значение приобретают автоматизированные методы управления режимами их работы, обеспечивающие адаптацию транспортного средства в условиях неопределенности.

Анализ режимов работы технологических схем вспомогательного транспорта, обслуживающих подготовительные забои шахт ПАО ДТЭК «Павлоградуголь», позволил установить тяжелые условия взаимодействия тягового органа напочвенных канатных дорог с линейными элементами (блоками, шкивами, роликами). Как следствие повреждение каната, роликов и существенные затраты (до 300,0 тыс. грн. в год) на их замену, а также небезопасные условия обслуживания и эксплуатации напочвенных дорог в нетипичных и экстремальных производственных ситуациях при которых дальнейшая их работа прекращается из-за необходимости проведения среднего или капитального ремонта.

В виду отсутствия базы данных о реальных причинах возникновения предельных состояний в узлах напочвенных канатных дорог и характере

развития многих неисправностей в условиях неопределенности настоящей методикой предусматривается разработать классификацию экстремальных производственных ситуаций, которые при традиционных способах управления режимами работы транспортных средств практически не поддаются систематическому учету, инициируют многочисленные отказы в работе транспортных средств периодического действия и существенно изменяют характеристики производственного процесса. Предварительными исследованиями установлено, что в подобных ситуациях необходимо также создавать гибкую систему управления приводом транспортных средств, обеспечивающую оптимальные тяговые характеристики на всей длине маршрута, криволинейного в профиле и плане.

Накопленный в НГУ опыт эксплуатации напочвенных дорог типа ДКН показывает, что основными недостатками их работы на шахтах Западного Донбасса являются:

- отсутствие плавного запуска;
- невозможность регулирования скорости движения в криволинейных выработках;
- неудовлетворительная конструкция буксировочной тележки, которая не позволяет ей преодолевать резкие изменения профиля рельсового пути;
- высокий износ тягового каната, роликов и шкивов;
- несовершенство системы диагностирования параметров ДКНП-1,6 и др.

Шахтными исследованиями пропускной способности транспортных выработок с напочвенными канатными дорогами установлено также, что подготовительные забои, оснащенные энергоемкими проходческими комбайнами, значительное время простаивают из-за низкой оборачиваемости вагонеток и несовершенства схем управления движением составов в криволинейных выработках со знакопеременным профилем пути.

При этом в проектных решениях не учитывается тот факт, что при доработке запасов угля у границ шахтных полей типовые схемы и рекомендуемые средства вспомогательного транспорта становятся самыми энергоемкими звеньями транспортно-технологической системы и не обеспечивают параметры

проектируемых грузопотоков из-за низкой адаптационной способности к условиям эксплуатации в протяженных криволинейных выработках со знакопеременным профилем пути.

Для формирования стабильных грузопотоков в протяженных криволинейных выработках необходимо установить резервы эксплуатационных параметров ДКНП-1,6 в типичных условиях эксплуатации, сформировать банк данных нетипичных и экстремальных производственных ситуаций и разработать модель системы автоматизированного управления процессами транспортирования грузов в протяженных криволинейных подземных выработках со знакопеременным профилем рельсового пути, обеспечивающую энергоэффективность и ресурсосбережение.

2 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

Накопленный на шахтах Западного Донбасса опыт использования напочвенных канатных дорог легкого типа в качестве единого транспортного средства при проведении подготовительных выработок позволил определить круг задач, требующих специального исследования для обоснования параметров транспортно-технологических схем с применением канатных дорог тяжелого типа, эксплуатируемых в участковых и магистральных выработках.

Отличительной особенностью эксплуатации дорог нового технического уровня является применение их в протяженных криволинейных выработках со знакопеременным профилем пути. Напочвенные канатные дороги тяжелого типа ДКНП-1,6 применяют для транспортирования породы, вспомогательных материалов и перевозки людей по участковым горным выработкам с переменным уклоном $\pm 10^\circ$ рельсовых путей, в которых затруднена или вообще невозможна откатка грузов локомотивами или концевым канатом.

В конструктивном исполнении канатная напочвенная дорога (рис. 2.1) имеет следующие узлы: рельсовый путь 1; буксировочную тележку 2 с рычагом 3; рабочий канат 4, перемещающийся по путевым роликам 5; холостую ветвь каната 6, перемещающуюся по направляющим роликам 7; приводную станцию

8 со шкивом трения 9; грузовое натяжное устройство 10; пассажирские и грузовые вагонетки 11, 12; балки 13 для крепления обводного блока 14.

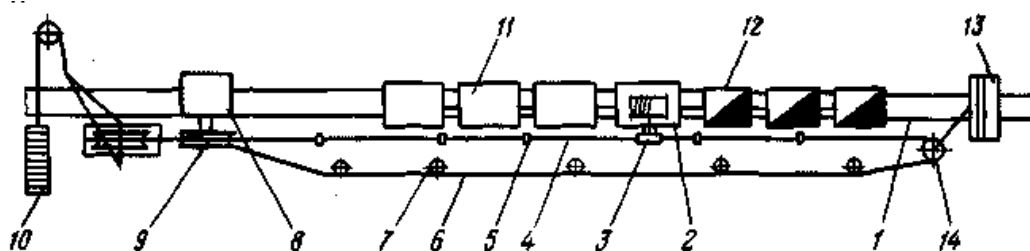


Рисунок 2.1 – Конструктивная компоновка узлов канатной напочвенной дороги

Дорога работает по принципу откатки транспортных средств замкнутым тяговым канатом и представляет собой уложенный на почву выработки рельсовый путь, по которому с помощью привода со шкивом трения перемещается буксировочная тележка и сцепленный с ней состав вагонеток.

Буксировочная тележка состоит из: платформы; катков-стабилизаторов, расположенных по диагонали платформы; штурвалов для управления катками-стабилизаторами; барабана с запасом каната для увеличения или сокращения длины дороги; приводного рычага для присоединения тягового каната и передачи тягового усилия подвижному составу; поддерживающего устройства тягового каната, а также улавливающего устройства на случай обрыва тягового каната.

Во избежание схода с рельсов буксировочная тележка снабжена двумя диагонально расположенными катками-стабилизаторами, обеспечивающими перемещение по тяжелому искривленному рельсовому пути. Ветви каната протягиваются вдоль рельсового пути на стороне подземной горной выработки, противоположной проходу людей.

Дорога ДКНП-1,6 может работать в криволинейных выработках со сложным знакопеременным профилем при углах наклона до 10° . В качестве привода используется маневровая лебедка ЛШВ2 со шкивом трения, имеющая два тормоза - рабочий и предохранительный ленточного типа с ручным управлением.

К основным режимам работы напочвенных канатных дорог относятся режимы: пуска, разгона, установившегося движения и торможения.

Управление процессами перемещения составов осуществляется дистанционно машинистом дороги с пульта приводной станции и местно - кондуктором с линии движения по кодовым сигналам (звуковые, световые).

В случае обрыва тягового каната, т.е. превышения номинальной скорости движения на 25-30 %, срабатывает система улавливания двустороннего действия.

3 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Предварительными исследованиями установлено, что при разработке прирезаемых запасов угля, расположенных в зонах геологических нарушений с обильными водопритоками, наличием сбросов и активным пучением пород почвы на процессы транспортирования грузов в шахте стохастически влияет множество горно-геологических, горнотехнических и технологических факторов. Влияние этих факторов происходит спонтанно и при существующих методах их оценки практически не поддается прогнозу.

При транспортировании грузов в протяженных криволинейных выработках с непрогнозируемым воздействием негативных факторов применяемые транспортные средства практически работают в условиях неопределенности. Как следствие многочисленные аварии и отказы в системе вспомогательного транспорта, обслуживающей подготовительные забои.

По причине отказов в работе средств участкового транспорта подготовительные забои шахт Западного Донбасса ежемесячно теряют до 0,53 м проведения выработок.

В этой связи целью настоящей методики является установление фактических показателей работы базовых узлов ДКНП-1,6 (привода, тягового органа, приводных шкивов и роликоопор) в режимах пуска, установившегося движения и торможения при эксплуатации их в искривленных выработках с изменчивым профилем пути.

Программа исследований предусматривает также создать систему диагностирования силовых и кинематических параметров ДКНП-1,6 в типичных и нетипичных условиях эксплуатации, которая, за счет оперативной обработки исходной информации и накопленной базы данных, позволит оператору дороги правильно оценить сложившуюся ситуацию и принять квалифицированное решение для предупреждения вынужденных отказов.

Для достижения цели сформулированы следующие задачи исследования:

1. Классифицировать горно-геологические и горнотехнические факторы по степени влияния их на эксплуатационные параметры напочвенных канатных дорог при транспортировании грузов в криволинейных подготовительных выработках.

2. Установить причины и характер возникновения максимальных нагрузок в тяговых органах, шкивах и роlikоопорах напочвенных канатных дорог.

3. В реальных условиях выявить параметры изменения показателей работы ДКНП-1,6 в режимах пуска, установившегося движения и торможения.

4. Выявить диапазон реагирования действующих систем обнаружения и устранения возможных неисправностей при работе ДКН в нетипичных условиях эксплуатации.

5. Разработать рекомендации по совершенствованию системы технического диагностирования параметров напочвенных канатных дорог в переходных и экстремальных режимах их работы.

6. Обосновать модель автоматизированной системы управления режимами работы ДКНП-1,6, обеспечивающей ресурсо- и энергосбережение при транспортировании грузопотоков породы в сложных условиях эксплуатации.

Результаты выполненных исследований взаимодействия тягового органа с базовыми элементами напочвенной канатной дороги послужат базой для разработки методических рекомендаций по применению напочвенных канатных дорог в качестве основного вида вспомогательного транспорта,

обеспечивающего планируемые темпы комбайнового проведения пластовых подготовительных выработок в сложных горнотехнических условиях разработки угольных пластов.

4 ВЫБОР И ПОДГОТОВКА ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОГО УЧАСТКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ШАХТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДКНП-1,6 В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Исследования эксплуатационных параметров напочвенных канатных дорог при транспортировании грузов в условиях неопределенности требуют обоснованного выбора характерного для шахт Западного Донбасса участка, точности измерительной техники и достаточного для обработки количества данных.

Порядок подготовки и проведения шахтных исследований режимов работы напочвенной канатной дороги ДКНП-1,6 представлен на примере технологической схемы транспортирования породы, применяемой на шахте «Павлоградская» при проведении участковых подготовительных выработок (рис. 4.1).

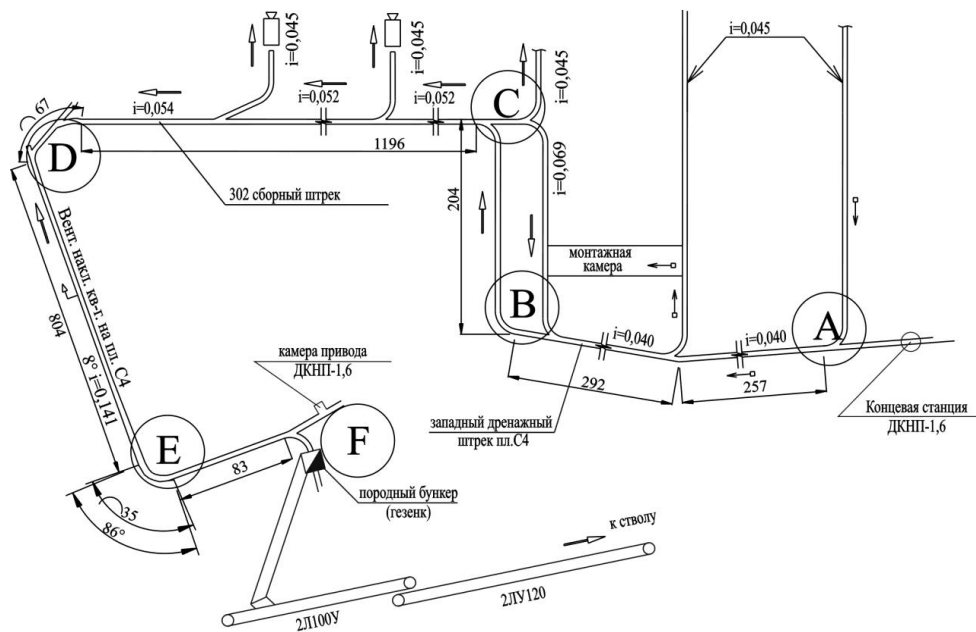


Рисунок 4.1 – Расчетная схема к определению параметров напочвенной канатной дороги при транспортировании породы от подготовительного забоя

Представленная расчетная схема отражает один из реальных маршрутов движения груженных и пустых составов от проходческого забоя (точка А) подготавливаемого столба до заезда в пункт обмена груженных составов на порожние (точка В), по криволинейному участку ВС до пункта формирования состава и далее по участкам CD, DE, EF к аккумуляющему бункеру (точка F) и обратно.

Шахтный эксперимент по определению параметров управления движением состава для заданного маршрута между действующим подготовительным забоем (точка А) и аккумуляющим бункером (точка F) состоит из нескольких этапов.

На первом этапе искривленная трасса рельсового пути ДКН разбивается маркшейдерской службой по пикетам на характерные участки с соответствующими расстояниями прямолинейных и искривленных участков, уклонами, радиусами поворотов, заездами для маневровых работ и типами стрелочных переводов.

В табл. 4.1 приведены показатели, характеризующие расчетную схему применительно к описываемому маршруту движения грузопотоков.

Таблица 4.1 – Характеристика маршрута движения грузов

Характерные участки трассы	Показатели маршрута			
	Длина участка, м	Уклон пути,	Средняя скорость, м/мин	Время движения состава, мин
AB	l_5	i_5	v_5, v_5^l	t_5
BC	l_4	i_4	v_4, v_4^l	t_4
CD	l_3	i_3	v_3, v_3^l	t_3
DE	l_2	i_2	v_2, v_2^l	t_2
EF	l_1	i_1	v_1, v_1^l	t_1

Приведенные в табл. 4.1 показатели характеризуют:

$l_5 - l_1$ – длину исследуемых участков пути на маршруте А – F;

$v_5 - v_1$ – средние скорости движения груженого состава вагонеток на исследуемых участках маршрута АВ ... EF;

$v_5^{\text{п}} - v_1^{\text{п}}$ – средние скорости движения порожнего состава вагонеток на исследуемых участках маршрута АВ ... EF;

$i_5 - i_1$ – уклоны пути на исследуемых участках АВ ... EF;

$l_5 - l_1$ – длины исследуемых участков АВ ... EF на маршруте А – F;

$t_5 - t_1$ – время движения составов на исследуемых участках АВ ... EF.

5 ШАХТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ «ПРИВОД - ТЯГОВЫЙ КАНАТ - ПРОИЗВОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТРАССЫ - СОСТАВ ВАГОНЕТОК»

По результатам оценки условий работы ДКНП-1,6 выбирается характерный прямолинейный участок трассы, на котором исследуются: эксплуатационные параметры напочвенной канатной дороги в режимах различной тяжести; условия взаимодействия тягового органа с линейными элементами (блоками, шкивами, роликами), а также варианты управления процессами перемещения составов.

В основу автоматизации управления процессами взаимодействия системы «привод - тяговый канат - произвольный профиль трассы - состав вагонеток» ДКНП-1,6 положена идея минимизации энергозатрат при прохождении составом характерных участков маршрута и повышения надежности работы тягового органа в типичных, переходных и нетипичных производственных ситуациях.

Настоящей методикой предлагается добункерную технологическую схему вспомогательного транспорта представить в виде сетевого графика, который является наиболее удобной формой моделирования комплекса работ

по управлению грузопотоками. Сущность предлагаемой схемы управления заключается в том, что оператор ДКНП-1,6, фиксируя показания датчиков и приборов, определяет уровень тяжести выполняемых транспортно-технологических операций и, путем изменения характеристик привода, может выбрать энергоэффективный вариант осуществления транспортно-перемещающих работ для конкретного участка маршрута.

Исходную информацию для решения транспортной задачи составляет банк данных (характеристики) типичных производственных ситуаций и результаты исследований режимов работы напочвенной канатной дороги, полученные в процессе откатки горной массы из подготовительного забоя проводимой выработки. Показателем эффективности работы ДКНП-1,6 является рациональное время движения груженого и порожнего составов при соблюдении расчетных параметров скорости, массы состава и тормозного пути в прямолинейных подземных выработках при минимальных потерях энергии и ресурсов.

При установлении эксплуатационных параметров напочвенной канатной дороги в типичных условиях ее работы для выбранного прямолинейного участка пути рассчитываются допустимые весовые показатели состава (рациональная масса), устанавливается расчетное время прохождения составом исследуемого участка и регистрируются показатели приборов на пульте управления, отражающие характеристики привода ДКНП-1,6 при изменении режимов его работы. Результаты визуальных, хронометражных и инструментальных исследований пропускной способности подземных горных выработок, условий транспортирования грузов, изменений скорости и времени движения груженого и порожнего составов, а также характеристик привода ДКНП-1,6 в моменты их трогания, установившегося движения и торможения фиксируются в журнале наблюдений.

Пример регистрации и представления результатов шахтных исследований приведен в таблице 5.1 для выбранного прямолинейного участка расчетной схемы

Таблица 5.1 – Результаты исследований параметров транспортирования горной массы напочвенными канатными дорогами при комбайновом проведении выработок

№ п/п	Наименование операций	Время операции, мин	Среднее арифметическое выборки	Среднеквадрат. отклонение.	Относительная погрешность измерения, %	Результаты измерений	Доверительная вероятность	Примечание
I	Движение загруженной партии вагонеток	13,0 10,0 13,0 12,0 13,0 18,0 17,0 13,0 16,0	13,9	2,515	18,0%	13,9±2,515	0,96	302 сб. штрек, длина L=1196 м, вагонетки ВД-2,5 Число вагонеток в партии – 7. Участок движения состава - СД. Напочвенная дорога ДКНП-1,6
II	Движение порожней партии вагонеток	13,0 14,0 13,5 12,5 13,0 20,0 17,0 14,0 13,5	13,3	2,3 3	16,2 %	14,3±2,33	0,96	

6 УСТАНОВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ДКНП-1,6 ДЛЯ ТИПИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ УЧАСТКОВЫХ ВЫРАБОТОК

Особенностью комбайнового проведения участковых подготовительных выработок с применением напочвенных канатных дорог является поточно-циклическая схема организации труда в проходческих забоях.

Эффективность применения напочвенной канатной дороги в участковых и магистральных выработках при подготовке запасов угля у границ шахтных полей во многом определяется безопасными условиями эксплуатации, высокой производительностью и адаптацией к изменяющимся параметрам трасс.

Шахтные исследования режимов работы ДКН показали, что в реальных условиях эксплуатации, одной из основных причин снижения эффективности применения напочвенных канатных дорог в криволинейных выработках является преждевременный износ каната (рис. 6.1).



Рисунок 6.1 – Фрагменты износа тягового органа ДКН в процессе эксплуатации

Указанные показатели эффективности во многом определяются запасом прочности груженой ветви тягового органа в момент пуска т.е. от воздействия динамических усилий и напряжениями, возникающими в канате от изгиба.

Параметрами тягового органа определяется количество вагонов на канате при движении их в криволинейных выработках со знакопеременным профилем пути и производительность откатки горной массы из подготовительного забоя и доставки вспомогательных материалов в забои.

При использовании напочвенных канатных дорог в качестве единого транспортного средства процессы разрушения массива, погрузки горной массы в транспортные средства и собственно ее транспортирование до мест

перегрузки необходимо рассматривать как единый транспортно-технологический процесс и согласовывать во времени с процессами крепления и оформления забоя. В этой связи при практических расчетах параметров транспортирования горной массы учитываются средние минутные грузопотоки за период работы проходческого оборудования.

Среднее значение грузопотока за машинное время от подготовительного забоя, оборудованного проходческим комбайном, определяется как:

$$u_1 = \frac{S \cdot L_{\text{п}} \cdot \gamma_{\text{ц}}}{60 \cdot t_{\text{р}}}, \text{ т/мин} \quad (6.1)$$

где S - сечение выработки в проходке, м^2 ;

$L_{\text{п}}$ - среднесменный темп проходки, м ;

$\gamma_{\text{ц}}$ - плотность угля, породы или горной массы в массиве, т/м^3 ;

$t_{\text{р}}$ - время работы комбайна по погрузке в течение смены, ч .

Суммарный объем горной массы $Q_{\text{пз}}$, получаемый с одного цикла подвигания проходческого забоя и погружаемой комбайном в транспортные средства составит:

$$Q_{\text{пз}} = S \cdot l_{\text{ц}} \cdot \gamma_{\text{ц}} \cdot k_{\text{р}}, \text{ м}^3 \quad (6.2)$$

где $l_{\text{ц}}$ – подвигание забоя за цикл, м ;

$k_{\text{р}}$ – коэффициент разрушения породы.

В соответствие с программой исследований для вывоза объема горной массы, получаемого из проходческого забоя, принимаем грузо-людскую напочвенную канатную дорогу типа ДКНП-1.6, оснащенную: приводом с тяговым усилием до 60 кН; канатом типа – 22,5–Г–1–Ж–Л–О–Н–Т–1570 с линейной массой – 1,85 кг/м; вагонами типа ВД 2,5 с допустимой нагрузкой на сцепку $P_{\text{сц}} = 60$ кН. Скорость движения груженых составов – 2 м/с.

При выполнении эксплуатационных расчетов ДКНП-1,6 и проведении шахтных исследований режимов ее работы в типичных, нетипичных и экстремальных условиях рассматривается дорога грузового типа.

Исследуемыми параметрами напочвенной канатной дороги в типичных условиях ее работы являются допустимые весовые показатели состава (рациональная масса), расчетное время прохождения составом исследуемого маршрута, тяговое усилие приводного блока и техническая производительность ДКНП1,6.

Допустимое количество вагонеток в составе из условия прочности сцепок определяется выражением:

$$Z = \frac{P_{сц}}{(m_0 + m) \cdot g \cdot (\omega \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}, \text{ шт} \quad (6.3)$$

где $P_{сц}$ – допустимая нагрузка на сцепку, кН;

m_0 и m – масса тары и груза вагонетки, кг;

ω – коэффициент сопротивления движения вагонетки ($\omega = 0,015$);

α – угол наклона выработки, град.

Масса груза вагонетки ВДК2,5 составляет:

$$m = V_{в} \cdot \rho_{з} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (6.4)$$

где $V_{в}$ – емкость вагонетки, м³;

$\rho_{з}$ – коэффициент заполнения вагонетки;

γ – насыпная масса груза, т/м³.

Расчетная схема напочвенной канатной дороги ДКНП–1.6 приведена на рис. 6.2.

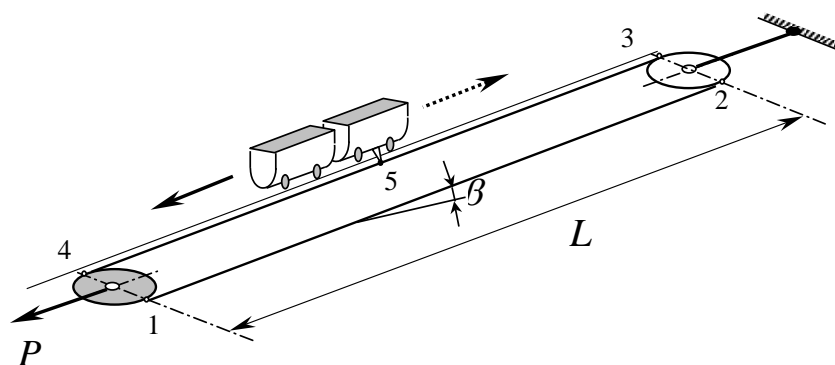


Рисунок 6.2 – Расчетная схема ДКНП–1.6

Режимы работы ДКНП–1,6 в процессе движения состава груженных вагонеток по маршруту (рис. 4.1) с максимальной длиной трассы 3200 м определяют:

Сила тяги холостой ветви:

$$F_{1-2} = g \cdot p_k (\omega_k \cdot \cos \alpha - \sin \alpha) \cdot l, \text{ Н} \quad (6.5)$$

где p_k – погонная масса тягового каната, ($p_k = 1,85 \text{ кг/м}$);

ω_k – коэффициент сопротивления движению каната ($\omega_k = 0,2$);

l – максимальная длина дороги ($l = 3200 \text{ м}$).

Сила тяги грузовой ветви:

$$F_{3-4} = g(Z(m_0 + m) + m_{\text{бв}})(\omega \cos \alpha + \sin \alpha) + g p_k l (\omega_k \cos \alpha + \sin \alpha), \text{ Н} \quad (6.6)$$

где Z – число гружённых вагонеток (принимается 4 шт.);

$m_{\text{бв}}$ – масса буксировочной вагонетки, кг.

Тяговое усилие приводного блока:

$$F_{\text{н-с}} = F_{1-2} + F_{3-4}, \text{ Н} \quad (6.7)$$

Мощность привода:

$$N = \frac{F_{\text{н-с}} \cdot V_{\text{н}}}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (6.8)$$

где $V_{\text{н}}$ – номинальная скорость движения тягового органа ($V_{\text{н}} = 2 \text{ м/с}$);

η – КПД приводной станции ($\eta = 0,8$).

Техническая производительность ДКН:

$$Q_p = \frac{3,6 \cdot m \cdot Z}{T}, \text{ т/ч} \quad (6.9)$$

где T – время цикла транспортирования, с

$$T = \frac{2 \cdot L}{v \cdot k_c} + \Theta_m + \Theta_n \cdot Z, \text{ с} \quad (6.10)$$

где k_c – коэффициент снижения скорости ($k_c = 0,9$);

Θ_m – время маневров на сопряжении, с;

Θ_n – время погрузки одной вагонетки, с.

В процессе шахтных исследований режимов работы системы «привод - тяговый канат - произвольный профиль трассы - состав вагонеток» на выбранном прямолинейном участке пути фиксируются изменения характеристик привода в периоды трогания состава, установившегося движения и торможения, а также скорость и характер движения состава на исследуемом участке.

Для формирования банка данных о типичных и нетипичных условиях работы ДКНП1,6 проводится экспертная оценка состояния крепи транспортных выработок и участков ограничения скорости, фиксируется характер геологических нарушений, определяются параметры рельсового пути и балластного слоя, а также устанавливаются потенциальные источники снижения потерь энергии и ресурсов.

7 ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕТИПИЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НАПОЧВЕННОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ ДКНП-1,6

Формирование нетипичных условий работы элементов исследуемой системы «привод - тяговый канат - произвольный профиль трассы - состав вагонеток» осуществляется на втором этапе шахтных испытаний напочвенной канатной дороги.

На данном и последующих этапах шахтного эксперимента, в соответствии с программой настоящей методики, искусственно создаются нетипичные (близкие к предельным) условия работы напочвенной канатной дороги.

Нетипичными условиями работы напочвенной канатной дороги для прямолинейных участков трассы следует считать экстремальные производственные ситуации, когда нагрузка на тяговый канат будет достигать предельно допустимого усилия на сцепке ($P_{сц}$).

Установить предельно допустимого усилия на тяговый канат можно по реакции двигателя приводного блока напочвенной канатной дороги.

По результатам теоретических исследований и стендовых испытаний было доказано, что при установившемся движении подвижного состава момент силы привода ДКН: зависит от веса состава, коэффициента сопротивления движению, радиуса шкива, угла наклона трассы и определяется выражением:

$$M = mg(W \pm \alpha) \cdot k \quad (7.1)$$

где r - радиус шкива;

mg - вес состава;

W - коэффициент сопротивления движению состава;

α - угол наклона трассы.

Применительно к шахтным условиям момент силы привода ДКН можно представить как «вращающую силу» его двигателя, измеряемую в (Нм). В абсолютной величине момент силы определяется как произведение:

$$M = F \cdot r \quad (7.2)$$

где F - сила тяги.

Другими словами сила тяги двигателя ДКН представляется как:

$$F = \frac{M}{r} = m \cdot g(W \pm \alpha) \quad (7.3)$$

Выражая мощность привода ДКН через силу тяги и скорость движения груженого состава получим:

$$S = \frac{F \cdot v \cdot k}{1000 \cdot \eta} \quad (7.4)$$

где η - КПД;

k - коэффициент режима работы ДКН.

При вхождении поезда в участки со знакопеременным профилем пути возрастание усилия (момента) привода учитывается введением коэффициента адаптации k подвижного состава ДКН в нетипичных условиях шахтной среды (искривление трассы, изменение профиля пути, обильные притоки воды и др.).

Подставив значение выражения 7.3 в формулу 7.4 получим:

$$S = \frac{m \cdot g(W \pm \alpha) \cdot v \cdot k}{1000 \cdot \eta} \quad (7.5)$$

Для учета затрат энергии на перемещение породы в подземных горных выработках мощность двигателя привода ДКН выразим через силу тока и напряжение в сети.

$$S = I \cdot U \quad (7.6)$$

Приравняв выражения 7.5 и 7.6 получим:

$$I = \frac{m \cdot g(W \pm \alpha) \cdot v \cdot k}{1000 \cdot \eta \cdot U} \quad (7.7)$$

В полученной зависимости (7.7) все величины, кроме коэффициента сопротивления движению W , являются константами. Следовательно сила тока I , потребляемая двигателем напочвенной канатной дороги, напрямую зависит от коэффициента сопротивления движению W подвижного состава. То есть в нетипичных условиях шахтной среды, с увеличением сопротивления движению груженых составов пропорционально увеличивается сила тока, потребляемая двигателем ДКН.

В соответствие с данной программой и методикой для экспериментального подтверждения теоретических выводов необходимо искусственно создать экстремальные условия взаимодействия системы «привод - тяговый канат - произвольный профиль трассы - состав вагонеток»

Обусловлено это тем, что при эксплуатации напочвенных канатных дорог в криволинейных выработках со знакопеременным профилем пути и обильными водопритоками экстремальные производственные ситуации возникают в результате комплексного воздействия большого количества внешних и внутренних факторов. Первостепенными внешними факторами следует считать факторы подвижного состава, конструкции шахтного рельсового пути, а также ремонта и содержания транспортных выработок.

Предварительными исследованиями выявлено, что указанные факторы оказывают существенное влияние на условия взаимодействия элементов системы «привод - тяговый канат - произвольный профиль трассы - состав вагонеток», инициируют многочисленные отказы в работе транспортных средств периодического действия и при существующих способах управления режимами их работы практически не поддаются систематическому учету.

Динамические процессы, которые происходят в результате многократного воздействия подвижного состава на рельсовый путь и окружающий транспортные выработки горный массив можно условно поделить на долго- и кратковременные.

К кратковременным относятся процессы взаимодействия подвижного состава со знакопеременным профилем пути, тягового каната со шкивом и роликами, а к долговременным – невозвратимые процессы искривления трассы и деформации рельсового пути в результате пучения пород почвы и обильных водопритоков.

Прогнозировать долговременные процессы практически невозможно, поэтому ликвидация их последствий осуществляется путем проведения энергоемких ремонтно-восстановительных работ. Действие кратковременных процессов можно координировать с помощью автоматизированной системы управления режимами работы напочвенной канатной дороги, контролирующей процессы формирования нагрузок в тяговом органе и усилий в приводе и обеспечивающей диагностирование особенностей функционирования элементов дороги в нетипичных условиях эксплуатации, прогнозирование возможных экстремальных ситуаций и принятие решений по адаптации напочвенной канатной дороги к реальным условиям среды.

Для координации режимов работы напочвенной канатной дороги при транспортировании грузов в условиях неопределенности настоящей методикой предусматривается выполнить комплекс экспериментальных исследований по установлению параметров изменения характеристик привода дороги ДКНП-1,6

при выполнении транспортно-технологических операций различной тяжести.

Процедура определения параметров управления движением состава путем изменения характеристик привода заключается в следующем.

Для типичных условий прямолинейного участка пути по формулам (6.1 - 6.10) рассчитываются весовые показатели состава (количество груженых вагонеток, суммарный вес груза, доставляемого за один рейс); устанавливаются затраты времени на прохождение составом характерного участка, узлов сопряжения и не связанные с перевозками. На пульте управления регистрируются показатели режимов работы привода напочвенной канатной дороги в типичных условиях эксплуатации. Результаты наблюдений фиксируются в журнале наблюдений.

Имитация нетипичных режимов работы напочвенной канатной дороги осуществляется путем повышения на 5, 10...25% нагрузки на тяговый орган до предельного состояния системы по условию прочности сцепок вагонов ВДК2,5, т.е. до состояния, за которым могут наступить экстремальные ситуации и отказы в работе подвижного состава. Достигается это поэтапным увеличением расчетного веса состава путем прицепки к нему дополнительных вагонов (n_k) с калиброванным грузом, массой $(0,05 - 0,25)Q_r$.

Расчетный вес груза Q_r (кН), перемещаемого ДКНП-1,6 за один рейс, для грузовых дорог составит:

$$Q_r = (Q - n \cdot Q_{бр} - Q_k - \sum G_0 - \sum G)g, \text{ кН} \quad (7.8)$$

где Q – допустимый вес состава, кН;

n – число буксировочных вагонеток;

$Q_{бр}$ – вес буксировочной вагонетки, кН;

Q_k – вес запаса каната на буксировочной вагонетке, кН;

G_0, G – соответственно вес тары и груза грузовых вагонеток, кН.

Число груженых вагонеток в составе

$$n_r = (Q - n \cdot Q_{бр} - Q_k) / G_0 + G, \text{ шт} \quad (7.9)$$

Таким образом искусственно создаются запредельные (нетипичные) режимы работы напочвенной канатной дороги для прямолинейных участков трассы, а на пульте управления дороги регистрируются соответствующие показания датчиков и приборов в процессе трогания, установившегося движения и торможения составов с увеличенной массой. При увеличении предельно-допустимой весовой нормы состава на 25% и более создаются экстремальные режимы работы напочвенной канатной дороги при которых, согласно расчетам, начинается расчаливание каната, износ роликов, истирание вкладышей приводного шкива и другие неисправности.

По результатам серии измерений устанавливается тарированный график изменения характеристик привода при переходных и нетипичных режимах работы напочвенной канатной дороги на прямолинейных участках трассы.

Дальнейшие шахтные исследования повторяются на участках трассы с различными уклонами пути, радиусами поворота выработки и другими ограничивающими внешними факторами. Сопоставляя зафиксированные при этом показания замерных станций с результатами исследований в искусственно созданных экстремальных условиях можно, с некоторыми допущениями, составить для любого участка пути графики изменения режимов работы напочвенной канатной дороги в нетипичных и близких к критическим ситуациям.

Предлагаемый подход решения данной транспортной задачи позволяет не только найти рациональный вариант суммарных затрат энергии путем изменения тягового усилия привода напочвенной канатной дороги и скорости движения подвижного состава, но и определить коэффициенты адаптации транспортных средств в криволинейных выработках, подверженных негативному воздействию обильных водопритокков и процессов пучения пород почвы, которые внесут в методики расчетов пропускной способности участков подготовительных выработок и нагрузок на тяговый орган ДКНП-1,6 существенные поправки.

8 ОБРАБОТКА, АНАЛИЗ И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

8.1. Для обработки принимаются результаты испытаний (замеров, проверок) по каждому пункту программы испытаний, подписанные ответственными лицами (руководителями и членами рабочей группы) за проведение данного вида испытаний.

8.2. Обработка данных испытаний выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 27.503; ГОСТ 23.942; ГОСТ 27.411 и ГОСТ 18242. При этом она должна обеспечить определение соответствия испытываемых характеристик дороги требованиям ТЗ с указанием вероятности ошибок при принятии решения об их соответствии указанным требованиям.

8.3. Оценка неизмеряемых характеристик и свойств дороги и ее элементов осуществляется по ГОСТ 23554.0 и ГОСТ 23554.1.

8.4. После обработки данные результатов измерений, проверок и наблюдений оформляются в виде протокола.

8.5. Протокол подписывается всеми членами комиссии.

9 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

9.1. При подготовке и проведении испытаний дороги должны соблюдаться требования следующих нормативных документов:

- ДНАОП 1.1-30-1.01 (Правила безопасности в угольных шахтах. Киев, 2000 г.);

- ГОСТ 12.2.003 (ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности);

- ГОСТ 12.3.002 (ССБТ. Процессы производственные);

- ГОСТ 12.3.019 (ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности);

- ГОСТ 12.1.019 (ССБТ. Электробезопасность);

- ГОСТ 22782.0 (Электрооборудование взрывозащищенное. Общие технические требования и методы испытаний);

- ГОСТ 22782.6 (Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка». Технические требования и методы испытаний).

9.2. Все участники испытаний обязаны ознакомиться с разделом «Техника безопасности» настоящей методики.

9.3. В выработке должен быть вывешен трафарет, запрещающий передвижение людей во время работы дороги.

9.4. Обслуживающий персонал должен быть закреплен постоянно.

Управление дорогой разрешается только лицам, имеющим право управления дорогой.

9.5. У привода дороги должны быть вывешены правила работы дороги и фамилия ответственного лица за ее работу, а также доска с обозначением принятых сигналов.

9.6. При работе дороги всякий неясный сигнал машинист обязан воспринимать как сигнал «стоп».

9.7. Ответственный за доставку людей дорогой обязан проверять состояние привода и других узлов не реже одного раза в смену и должен убедиться в возможности свободного прохода состава по выработке на всем ее протяжении.

9.8. Все рабочие, работающие в выработке, где установлена дорога с приводом, обязаны проходить инструктаж по технике безопасности, который проводится лицом технического надзора.

9.9. Принимая смену, машинист привода обязан выяснить, какие были неполадки при работе в предыдущую смену, а затем наружным осмотром проверить:

1) состояние привода, шкива трения, пусковой аппаратуры и защитного заземления;

2) сигнализацию и освещение;

3) крепление привода на фундаменте.

Убедившись в исправности, машинист должен принять смену, занести в журнал приемки-сдачи смены результаты проверки и расписаться в нем. При обнаружении неисправности устранить ее или сообщить об этом механику участка или лицу технического надзора.

9.10. Дорога должна проверяться ежемесячно горным мастером и один раз в сутки – механиком участка.

9.11. Контрольный осмотр дороги производить не реже одного раза в неделю механиком участка и представителем отдела главного механика шахты. Результаты осмотра заносить в журнал по форме, утвержденной главным инженером шахты.

9.12. На дорогу должен быть заведен журнал записи контрольных осмотров и ремонтов, в котором производится механиком участка запись результатов осмотра.

Профессор кафедры программного обеспечения компьютерных систем ГВУЗ «НГУ», д.т.н., профессор



Л.И. Мещеряков

Доцент кафедры транспортных систем и технологий ГВУЗ «НГУ», к.т.н., доцент



А.В. Денищенко

Ассистент кафедры программного обеспечения компьютерных систем ГВУЗ «НГУ»



А.Л. Ширин

Министерство образования и науки Украины
Государственное высшее учебное заведение
«Национальный горный университет»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ПАО «ДТЭК Павлоградуголь»


С.А. Воронин
21.01.2015



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Государственного ВУЗ
«Национальный горный университет»
чл. корр. АН Украины, профессор
А.С. Бешта

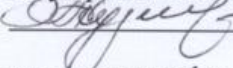


ИСХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

на создание и внедрение технологии комбайнового проведения выемочных
выработок с автоматизированным управлением процессами транспортирования
шахтной породы напочвенными канатными дорогами

РАЗРАБОТАНО


д.т.н., профессор кафедры ПРМ
Государственного ВУЗ «НГУ»

 А.М. Кузьменко

к.т.н., доцент кафедры ТСТ
Государственного ВУЗ «НГУ»

 Л.Н. Посунько

ассистент каф. ПЖС
Государственного ВУЗ «НГУ»

 А.І. Ширин

Днепропетровск
2015

Содержание

1	Общие положения	3
2	Типовые схемы и задачи автоматизированного управления серийно выпускаемыми напочвенными канатными дорогами	3
3	Перспективы применения напочвенных канатных дорог с автоматизированным управлением технологическими процессами	5
4	Формализация функций и цели автоматизированного управления эксплуатационными параметрами ДКН	6
5	Установление показателей эффективной работы ДКН при проведении выемочных выработок со сложной гипсометрией пласта	10
6.	Эффективность транспортно - технологических схем проведения выработок с применением системы автоматизированного управления ДКН	13
7	Требования к функциям системы автоматизированного управления технологическими процессами перемещения породы ДКН	15
7.1	Общие положения	15
7.2	Информационные функции	15
7.3	Управляющие функции	16
7.4	Функции защиты	16
8	Правила эксплуатации напочвенных канатных дорог при проведении наклонных выемочных выработок со сложной гипсометрией пласта	17
9	Основные положения техники безопасности при эксплуатации напочвенных канатных дорог в сложных условиях проведения протяженных выемочных выработок	17

1 Общие положения

При разработке пологих угольных пластов длинными столбами по падению (восстанию) на шахтах ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» ежегодно проводится более 120 км наклонных подготовительных выработок с применением локомотивной откатки и напочвенных канатных дорог (ДКН) различных модификаций. Целесообразность применения того или иного вида подземного транспорта определяется по результатам расчетов тяговых характеристик транспортных средств. Однако при интенсификации горно-подготовительных работ процедура формирования схем участкового транспорта должна учитывать не только особенности видов транспорта и их характеристики, но и специфику управления процессами горного производства.

При доработке запасов угля у границ шахтных полей и в зонах геологических нарушений участковые подготовительные выработки, рельсовые пути и средства вспомогательного транспорта подвергаются интенсивному воздействию геомеханических процессов в виде пучения пород почвы и обильных водопритокков. В этой связи, традиционные схемы вспомогательного транспорта являются наиболее энергоемкими подсистемами шахт не обеспечивающие высокопродуктивную работу проходческих забоев.

Экспериментально доказано, что обеспечение планируемых темпов проведения подготовительных выработок может быть достигнуто путем повышения их пропускной способности за счет применения ДКН нового поколения и автоматизированного оперативно-производственного управления технологическими процессами (АОПУТП) перемещения породы в горнотехнических условиях повышенной сложности.

2 Типовые схемы и задачи автоматизированного управления серийно выпускаемыми напочвенными канатными дорогами

Серийно выпускаемые напочвенные канатные дороги типа ДКНУ-1, ДКН-3 и ДКНЛ-1 традиционно применяются для транспортирования вспомогательных материалов, оборудования и перевозки людей по прямолинейным и слабо искривленным участковым выработкам длиной до 2000 м с переменным уклоном рельсового пути $\pm 5\%$, в которых затруднена или невозможна откатка грузов локомотивами или концевым канатом.

Напочвенная канатная дорога представляет собой транспортное средство, обеспечивающее посредством замкнутого тягового каната, приводимого в движение приводом, перемещение по рельсовому пути подвижного состава дороги – буксировочной (тяговой) тележки и прицепляемых к ней вагонеток ВП-18 при перевозке людей или грузовых вагонеток или платформ при работе дороги в режиме перевозки грузов.

Типовая схема ДКН приведена на рис. 1 и включает: рельсовый путь 1; буксировочную тележку 2 с рычагом 3; рабочий канат 4, перемещающийся по путевым роликам 5; холостую ветвь каната 6, перемещающуюся по направляющим роликам 7; приводную станцию 8 со шкивом трения 9; грузовое натяжное устройство 10; пассажирские и грузовые вагонетки 11, 12; балки 13

для крепления обводного блока 14.

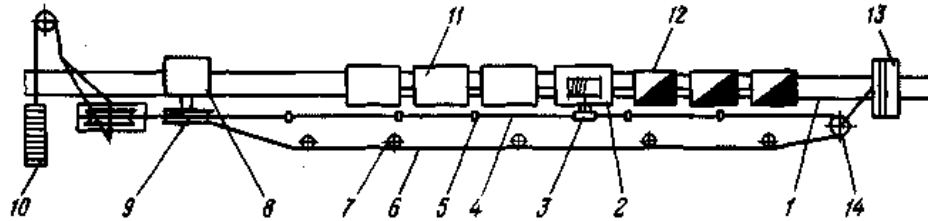


Рисунок 1 - Конструктивная компоновка узлов канатной напочвенной дороги

Во избежание схода с рельсов буксировочная тележка снабжена двумя диагонально расположенными катками-стабилизаторами, обеспечивающими перемещение по тяжелому искривленному рельсовому пути. Ветви каната протягиваются на стороне выработки, противоположной проходу людей вдоль рельсового пути. В случае обрыва тягового каната, т.е. превышения номинальной скорости движения на 25-30 %, срабатывает система улавливания двустороннего действия.

При разработке угольных пластов с углами падения до $10-12^\circ$ на шахтах региона применяется погоризонтный способ подготовки с отработкой пластов лавами по падению (восстанию). Типовая схема транспортирования горной массы и материалов ДКН при проведении выемочных выработок по восстанию пласта приведена на рис. 2 и включает: 1 - проходческий комбайн; 2 - концевой блок; 3 - буксировочную тележку; 4 - вагонетку; 5 - привод; 6 - телефон; 7 - звуковой сигнал; 8 - световое табло; 9 - барьер.

Применяют данную схему при проведении участковых выработок сечением в свету до 12 м^2 по восстанию пласта с углом наклона до 10° и длиной до 2000 м. Доставку горной массы осуществляют в вагонетках с глухим кузовом или с донной разгрузкой. Количество вагонеток в партии соответствует объему вынимаемой за цикл горной массы. Организация работ в забое включает выемку горной массы проходческим комбайном с одновременной погрузкой ее в партию вагонеток, устанавливаемую под перегружателем. Время выемки горной массы на шаг установки крепи (0,8 м) и погрузки её в вагонетки составляет в среднем 30 мин. Контролирует погрузку проходчик, который по мере наполнения вагонеток подает команды по селектору машинисту дороги для подачи под погрузку следующего вагона. Грузенная партия вагонеток доставляется напочвенной дорогой до сопряжения, где обменивается маневровым электровозом на порожнюю. Время, обмена партий вагонеток составляет 30...40 мин.

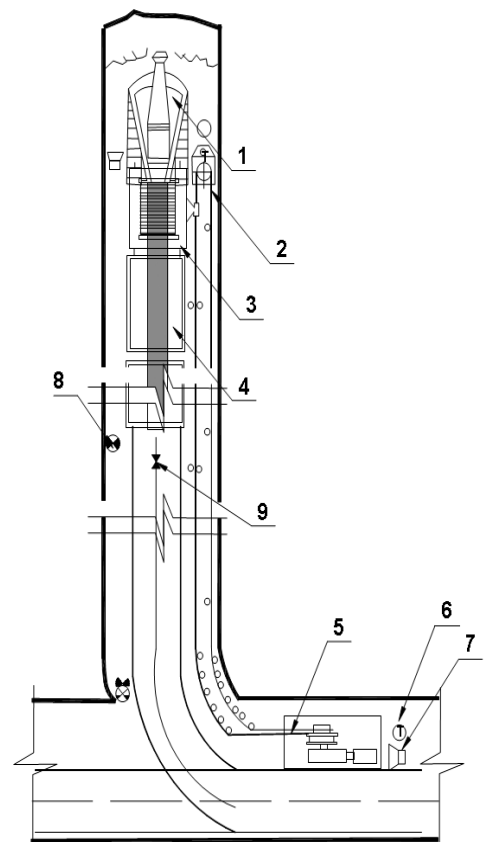


Рисунок 2 - Проведение выработок с применением ДКН

В соответствие с графиком организации работ, за это время выполняется крепление забоя, наращивание временного рельсового пути и других коммуникаций.

К основным недостаткам действующих схем транспорта с применением напочвенных канатных дорог следует отнести:

- ступенчатые (комбинированные) схемы транспорта с перецепкой откаточных сосудов от ДКН на локомотивную откатку их по главным горизонтальным выработкам электровозами АМ8Д;
- многооперационные схемы обмена груженых составов на порожние;
- отсутствие системы управления процессами безопасного перемещения грузов в условиях повышенной сложности.

Например, при комбайновом проведении ходков по схеме снизу вверх из-за активного пучения пород почвы вместо предусматриваемых проектами 4-6 вагонеток фактически перемещают по выработке 1-2 вагонетки.

В подобных ситуациях из-за несовершенств системы АОПУТП регулярно происходят отказы и повреждения линейных узлов ДКН, вызывающие ежесменные потери времени и объемы проведения подготовительных выработок до 0,53 м/см.

Прогнозировать проявление негативных факторов возможно только путем внедрения автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП) транспортирования породы и параметрами ДКН.

3 Перспективы применения напочвенных канатных дорог с автоматизированным управлением технологическими процессами

Для координации грузопотоков породы и диагностирования состояния элементов ДКН в условиях неопределенности разработана энергосберегающая технологическая схема откатки породы из подготовительных забоев, базирующихся на принципах автоматизированного управления параметрами перемещения породы в протяженных выработках со знакопеременным профилем пути и процессами выгрузки ее из вагонов.

Исследованиями эксплуатационных показателей технологической схемы откатки породы из подготовительных забоев с применением ДКН в качестве единого транспортного средства (ПАТ «ш/у Павлоградское») доказано, что продуктивная работа дорог нового поколения в условиях неопределенности и энергосбережение могут быть достигнуты при условии:

- 1) обоснованного выбора эксплуатационных параметров напочвенных канатных дорог для реальных условий шахтной среды;
- 2) своевременной передачи информации оператору дороги о вероятности появления нетипичных условий эксплуатации и отказов в работе ДКН;
- 3) автоматизированного управления технологическими процессами перемещения породы в диапазоне эксплуатационных параметров ДКН.

Для выявления степени влияния негативных факторов на эксплуатационные параметры ДКН транспортно-технологические процессы рекомендовано рассматривать как автоматизированную функциональную

систему «привод - подвижной состав - произвольный профиль трассы». Предусмотрено, что функции и структура АОПУТП должны учитывать, контролировать и автоматически передавать на пульт оператора ДКН информацию не только о состоянии ее узлов в типичных и нетипичных ситуациях, но и прогнозировать эксплуатационное состояние выемочных выработок и развитие событий в технологической системе в целом.

С учетом вышеизложенного впервые предложено классифицировать условия эксплуатации напочвенных канатных дорог на:

- **типичные** - в сухих, прямолинейных выработках, длиной до 2000 м с уклоном рельсового пути до $\pm 5\%$ и умеренно пучащими почвами;

- **нетипичные** - в протяженных (длиной более 2000 м), непрямолинейных выработках с сильно пучащими почвами и знакопеременным профилем пути;

- **экстремальные** - в протяженных непрямолинейных выработках с интенсивным пучением пород почвы и обильными водопритоками. Радиус кривой на сопряжении, до 20м.

Шахтными исследованиями режимов работы ДКН было отмечено, что в нетипичных условиях их эксплуатации нагрузки на тяговый канат достигают предельно допустимого усилия на сцепке ($P_{сц}$). Неконтролируемое проявление негативных ситуаций провоцирует преждевременный износ тягового каната, шкивов, роликов и снижение эффективности применения напочвенных канатных дорог. Последнее обусловлено тем, что нетипичные участки трассы с характерными негативными событиями, такими как пучение пород почвы, обильные притоки воды, нерегламентированные радиусы поворота трассы и знакопеременный профиль пути, существенно влияют на эксплуатационные параметры ДКН в условиях неопределенности.

Опыт применения унифицированных телекоммуникационных систем управления смежными подсистемами угольных шахт послужил основанием для формализации функций автоматизированного управления параметрами ДКН и прогнозирования негативных событий в процессе их эксплуатации.

4 Формализация функций и цели автоматизированного управления эксплуатационными параметрами ДКН

С целью расширения области эффективного применения напочвенных канатных дорог ОАО «Луганский завод горного машиностроения», шахтой «Павлоградская» и НГУ был разработан экспериментальный образец дороги тяжелого типа ДКНП-1,6 для использования ее в качестве единого транспортного средства при отработке засбросовой части шахтного поля.

Дорога канатная напочвенная ДКНП-1,6 предназначена для перевозки грузов и людей по прямолинейным и искривленным участковым и магистральным выработкам со знакопеременным профилем, с радиусами закругления рельсового пути не менее 6 м в горизонтальной плоскости и не менее 20 м в вертикальной плоскости с углами наклона не более $\pm 20^\circ$. Экспериментальный образец дороги смонтирован на шахте «Павлоградская» для обслуживания подготовительных забоев в засбросовой части шахтного

поля, удаленных на расстоянии 4,0 – 6,0 км от околоствольного двора (рис. 3). Криволинейная трасса длиной 3360 м проложена по вентиляционным квершлагам пластов С₆-С₈, С₇-С₄ и магистральному вентиляционному штреку на пл. С₄, имеющим завышенный профиль пути до 4‰.

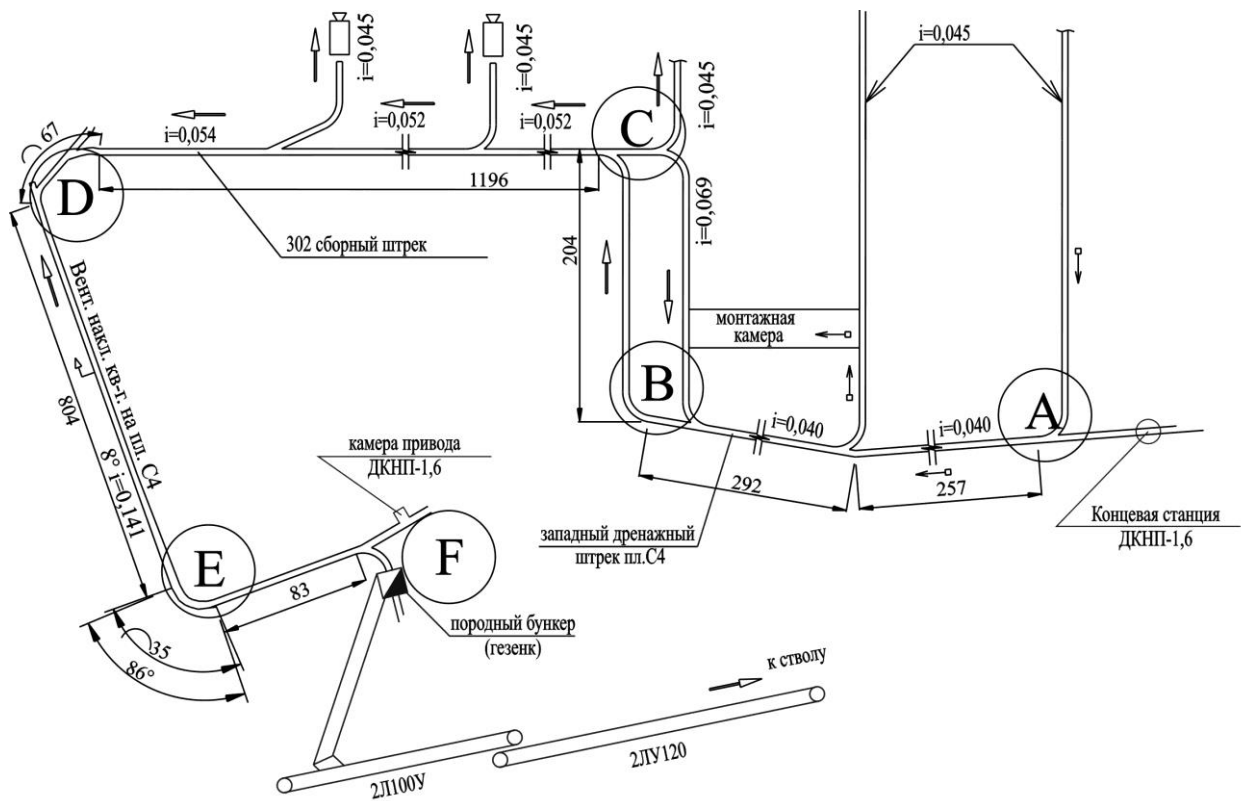


Рисунок 3 - Технологическая схема транспортирования породы напочвенной канатной дорогой ДКНП-1,6

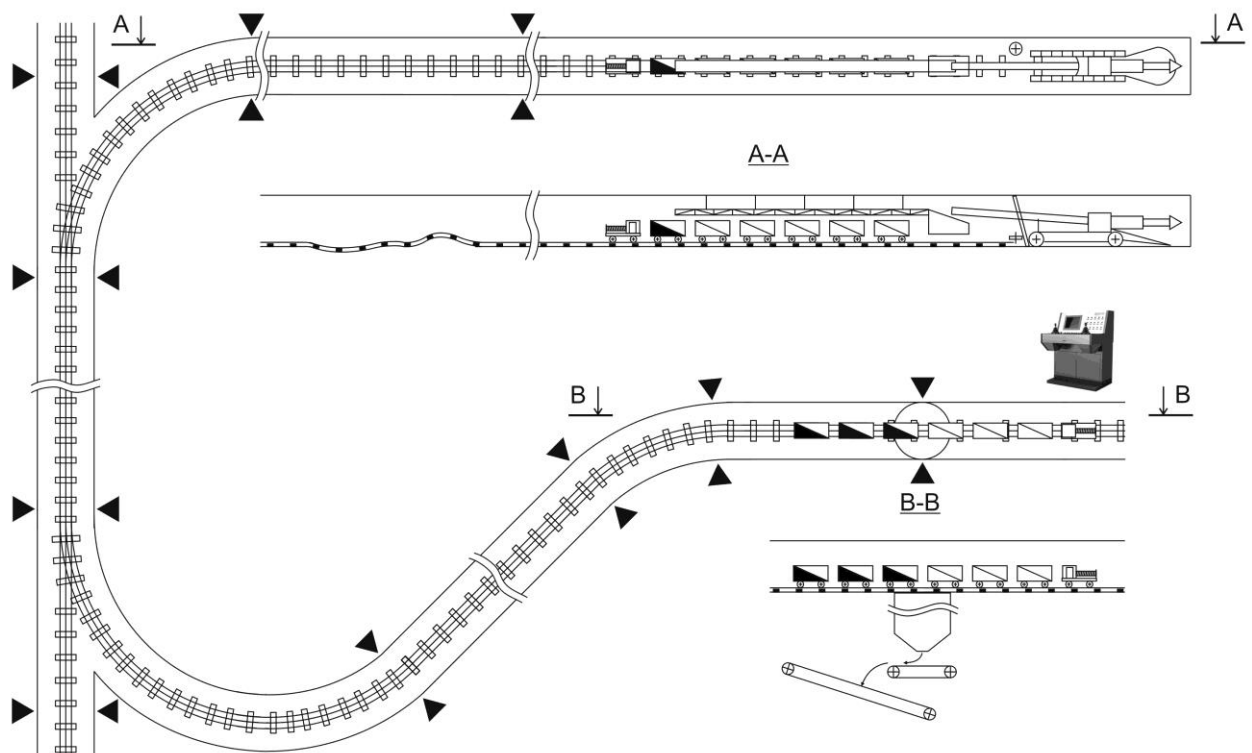
Конструктивной особенностью канатных дорог типа ДКНП-1,6 является наличие схемы автоматизированного управления процессами перемещения составов, предусматривающей дистанционное управление режимами работы дороги оператором с пульта приводной станции и местное - машинистом с линии движения по звуковым и световым сигналам.

Результаты шахтных испытаний технологической схемы транспорта позволили установить, что используемая в конструкции ДКНП-1,6 структурная схема автоматизированного управления процессами движения составов, позволяет контролировать лишь работоспособное состояние отдельных узлов дороги и только в типичных производственных ситуациях. По этой причине оператор напочвенной канатной дороги не в состоянии выполнять возложенные на него функции оперативного управления технологическими процессами перемещения грузов в реальных условиях горного производства.

В процессе испытаний было также установлено, что при прохождении подвижным составом участков трассы с различного рода нарушениями в приводе ДКН и тяговом органе периодически возникают динамические нагрузки, вызывающие проскальзывание каната на шкиве трения и отказы, влияющие на прочность и долговечность отдельных блоков и роликов.

Рассматривая отказы как случайные события, которые формируются в результате негативного воздействия шахтной среды, транспортно-технологическая цепочка была разбита на участки с характерными состояниями, процессами и операциями. Символами А, В, С...F (рис. 3) отмечены потенциально опасные участки трассы на которых чаще всего происходили отказы и технико-технологические нарушения, а также повреждения тягового органа, роlikоопор и других элементов ДКН. Выявленные потенциально опасные участки были классифицированы как объекты автоматизированного управления транспортно-перемещающими процессами и операциями.

В действующих схемах транспорта отправным пунктом подвижных составов является околоствольный двор. В рекомендуемой схеме комбайнового проведения выемочных выработок с автоматизированным управлением технологическими процессами, в целях повышения коэффициента оборачиваемости составов и компенсации простоев подготовительных забоев по вине транспорта, в технологическую цепочку грузопотока породы введено промежуточное транспортное звено – аккумулярующий бункер (рис.4).



А-А – зона активного пучения почв; В-В – пункт выгрузки породы в бункер;
 ► ◄ – места регистрации параметров ДКН

Рисунок 4 – Функциональная структура программно-технического комплекса автоматизированного управления процессами проведения выемочных выработок с применением ДКН

В соответствии с отраслевыми нормативными документами выбор и обоснование эксплуатационных параметров рельсовых видов транспорта осуществляется расчетами их тяговых характеристик (табл. 1).

Таблица 1. Критерии оценки эксплуатационных параметров процессов перемещения шахтной породы

Аналитическая характеристика объекта	Критерии оценки параметров системы
<p>Блок погрузки породы в вагоны Объем горной массы $Q_{пз}$ с одного цикла проходки $Q_{пз} = S \cdot l_{ц} \cdot \gamma_{ц} \cdot k_p, м^3$ Среднее значение грузопотока $u_f = \frac{S \cdot L_n \cdot \gamma_{ц}}{60 \cdot t_p}, м/мин$</p>	<p>S - сечение выработки в проходке, $м^2$; $\gamma_{ц}$ - плотность угля и породы в массиве, $т/м^3$; $l_{ц}$ - подвигание забоя за цикл, $м$; k_p - коэффициент разрушения породы; t_p - время работы комбайна по погрузке в течение смены, $ч$; a_2 - емкость порожних вагонеток на погрузочном пункте; a_3 - поступление вагонов на погрузочный пункт (случайное число) за интервал Δt; a_1 - емкость загруженных вагонеток на погрузочном пункте; L_n - среднесменный темп проходки, $м$;</p>
<p>Блок транспорта по выработке Допустимое количество вагонов по прочности сцепки, $шт$ $Z = \frac{P_{сц}}{(m_0 + m) \cdot g \cdot (\omega \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}$ Запас прочности тягового каната $S = Q(\sin \alpha + 0,02 \cos \alpha) + 0,3 q_2 L_k \cos \beta + 0,1 Q_m + 0,2 L_k$; Сила тяги холостой ветви, H $F_{1-2} = g \cdot p_k (\omega_k \cdot \cos \alpha - \sin \alpha) \cdot l$ Сила тяги грузовой ветви, H $F_{3-4} = g \cdot (Z \cdot (m_0 + m) + m_{ос}) \cdot (\omega \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + g \cdot p_k (\omega_k \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \cdot l$</p>	<p>V_v - емкость вагонетки, $м^3$; ρ_3 - коэффициент заполнения вагонетки; γ - насыпная масса груза, $т/м^3$; $P_{сц}$ - допустимая нагрузка на сцепку, $кН$; m_0 и m - масса тары и груза вагонетки, $кг$; ω - коэффициент сопротивления движения вагонетки ($\omega = 0,015$); α - угол наклона выработки, $град$; g - ускорение свободного падения $g = 9,81 м/с^2$; P_k - погонная масса тягового каната, ($P_k = 1,85 кг/м$); ω_k - коэффициент сопротивления движения вагонетки ($\omega = 0,2$); l - максимальная длина дороги, $м$; Z - число груженных вагонеток; $m_{бв}$ - масса буксировочной вагонетки, $кг$; $V_n = 2 м/с$ - номинальная скорость движения тягового органа; η - КПД приводной станции ($\eta = 0,8$); Q - максимальный вес состава, $даН$; β - средневзвешенный угол наклона знакопеременной выработки (для выработок с односторонним уклоном $\beta = \alpha$), $град$; $0,02$ - коэффициент сопротивления движению состава; $0,3$ - коэффициент сопротивления перемещению каната; $0,1$ и $0,2$ - коэффициенты, учитывающие сопротивление вращению блоков и роликов на трассе; q - погонный вес каната, $даН/м$; Q_n - вес натяжного груза в сбегавшей со шкива ветви каната, $даН$; $k_c = 0,9$ - коэффициент снижения скорости; дороги.</p>
<p>Блок обмена груженных составов на порожние $t_{общ} = t_1 + t_2 \dots + t_n$</p>	<p>L_p - длина разминовки, $м$; R_{min} - минимальный радиус закругления пути; C - тип стрелочных переводов; Θ_m - суммарное время маневров на сопряжении, $с$; t_1, t_2, \dots, t_n - нормативы времени выполнения маневровых работ на разминке.</p>
<p>Блок путевого развития Тяговое усилие приводного блока, H $F_{н-с} = F_{1-2} + F_{3-4}$ Мощность привода, $кВт$ $N = \frac{F_{н-с} \cdot V_n}{1000 \cdot \eta}$ $Q_p = \frac{3,6 \cdot m \cdot Z}{T}$</p>	<p>P - тип рельс, шпал; S_k - ширина колеи; i - уклон пути; α - подуклонка рельсового пути; Δh - превышение одного рельса над другим; ΔS_k - уширение (сужение) колеи; k - число путей на участке; L_n - длина прямолинейного участка, $км$; L_p - расстояние между разминками, $км$; R_v - радиусы закругления, $м$; n - количество стрелочных переводов; S_p - расчетное разрывное (суммарное всех проволок в канате) усилие, $Н$; $[n]$ - допустимый запас прочности каната; $[n] = 6$ - при транспортировании людей; $[n] = 5$ - при транспортировании грузов</p>
<p>Блок разгрузки составов Время выгрузки породы из вагона, t_b Коэффициент снижения полезного объема кузова шахтных вагонов $\mu' = \frac{s_k}{m \cdot h} = 1 - \frac{(\delta' + 0,107m)}{h}$</p>	<p>$F_{тpи}$ - сила трения породы; $G_{тpи}$ - вес горной массы в вагонетке; ψ_n - коэффициент сцепления породы с внутренней поверхностью вагона; c_{i1} - вес частицы первичного слоя материала; V - емкость вагона; m - ширина вагона, $м$; h - высота вагона от головки рельсов до верхней кромки кузова, $м$; l - длина кузова по верхней кромке, $м$; γ - плотность груза в насыпке, $т/м^3$; μ - коэффициент использования объема шахтного вагона; s_k - полезная площадь поперечного сечения кузова, $м^2$; μ' - коэффициент использования поперечного сечения вагона; δ' - зазор между головкой рельса и днищем кузова, $м$.</p>

Однако в нетипичных условиях эксплуатации ДКН, традиционно применяемые методики не учитывают влияние случайных факторов среды и отклонения их показателей от средних величин. Поэтому диапазон эффективного действия модулей АСУ ТП в пределах функциональных блоков определяется экспериментально с учетом технических характеристик трассы и эксплуатационных параметров используемого транспортного оборудования.

Целями обоснования структурной схемы автоматизированного управления процессами транспортирования шахтной породы ДКН в условиях неопределенности являются: повышение пропускной способности участковых выработок и безопасности условий труда; снижение удельных энергозатрат на вывоз горной массы из подготовительных забоев и ресурсосбережение. Достижение поставленных целей осуществляется за счет:

- Оптимального функционирования транспортно-технологических процессов с выполнением:
 - автоматического регулирования эксплуатационных параметров ДКН;
 - оперативного представления информации обслуживающему персоналу о состоянии технологических процессов и оборудования;
 - диагностирования рабочего состояния линейных элементов ДКН;
 - автоматизированного пуска и останова технологического оборудования, обслуживающего функциональные блоки;
 - контроля действий операторов, управляющих погрузочно-разгрузочными процессами и маневровыми операциями;
 - архивирования параметров и типизации технологических процессов для формирования информационной базы.
- Обеспечения безопасности технологического процесса путем:
 - осуществления контроля и анализа хода технологического процесса;
 - применения программно-технических средств высокой надежности;
 - рационального использования потенциальных ресурсов;
 - увязки во времени процессов транспорта и проведения выработок;
 - автоматизации процедур защит и блокировок;
 - прогнозирования режимов работы технологического оборудования без постоянного присутствия персонала в зоне его размещения.

5 Установление показателей эффективной работы ДКН при проведении выемочных выработок со сложной гипсометрией пласта

Особенностью комбайнового проведения выемочных выработок с применением напочвенных канатных дорог является поточно-циклическая схема организации труда в проходческих забоях. Поэтому, при использовании напочвенных канатных дорог в качестве основного транспортного средства, процессы разрушения массива, погрузки горной массы в транспортные средства и собственно ее транспортирование до мест перегрузки рассматриваются как единый транспортно-технологический процесс и согласовывались во времени с процессами крепления и оформления забоя.

На практике, при расчетах параметров транспортирования горной массы учитываются средние минутные грузопотоки за период работы проходческого оборудования.

Суммарный объем горной массы $Q_{пз}$, получаемой с одного цикла подвигания проходческого забоя и погружаемой комбайном в транспортные

средства составит

$$Q_{\text{пз}} = S * l_{\text{ц}} * \gamma_{\text{ц}} * k_{\text{р}}, \text{ м}^3; \quad (1)$$

где S - сечение выработки в проходке, м^2 ; $l_{\text{ц}}$ – подвигание забоя за цикл, м ;
 $\gamma_{\text{ц}}$ - плотность угля и породы в массиве, т/м^3 ;
 $k_{\text{р}}$ – коэффициент разрушения породы.

В качестве аналога автоматизированного управления процессом вывоза горной массы из проходческого забоя принята напочвенная канатная дорога нового поколения типа ДКНП-1.6, оснащенная приводом с тяговым усилием до 60 кН и обеспечивающая скорость движения груженых составов - 2 м/с.

В типичных условиях эксплуатации показателями оперативного управления напочвенной канатной дорогой являются допустимые весовые нормы состава (количество груженых вагонеток), расчетное время прохождения составом исследуемого маршрута, тяговое усилие приводного блока и техническая производительность ДКН.

Допустимое количество вагонеток в составе из условия прочности сцепок определяется выражением

$$Z = \frac{P_{\text{сц}}}{(m_0 + m) \cdot g \cdot (\omega \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}, \text{ шт}; \quad (2)$$

где $P_{\text{сц}}$ - допустимая нагрузка на сцепку, кН;
 m_0 и m - соответственно масса тары и груза вагонетки, кг;
 ω - коэффициент сопротивления движения вагонетки ($\omega = 0,015$);
 α - угол наклона выработки, град;
 g - ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$).

Масса груза вагонетки ВДК2,5 составляет

$$m = V_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{з}} \cdot \gamma, \text{ кг}; \quad (3)$$

где $V_{\text{в}}$ - емкость шахтной вагонетки, м^3 ;
 $\rho_{\text{з}}$ - коэффициент заполнения вагонетки породой;
 γ - насыпная масса груза, т/м^3 .

Производительность и тяговое усилие приводного блока напочвенной канатной дороги в процессе движения состава груженых вагонеток по маршруту А - F (рис. 3) определяют сила тяги холостой и грузовой ветвей, тяговое усилие приводного блока и мощность привода ДКН.

Сила тяги холостой ветви

$$F_{1-2} = g \cdot p_{\text{к}} (\omega_{\text{к}} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha) \cdot l, \text{ Н}; \quad (4)$$

где $p_{\text{к}}$ - погонная масса каната, ($p_{\text{к}} = 1,85 \text{ кг/м}$);
 g - ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);
 $\omega_{\text{к}}$ - коэффициент сопротивления движению каната ($\omega_{\text{к}} = 0,2$);
 l – максимальная длина дороги ($l = 3200 \text{ м}$).

Сила тяги грузовой ветви

$$F_{3-4} = g(Z \cdot (m_0 + m) + m_{\text{бв}}) \cdot (\omega \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + gp_k (\omega_k \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \cdot l, \text{ Н}; \quad (5)$$

где Z - число груженных вагонеток, шт;

$m_{\text{бв}}$ - масса буксировочной вагонетки, кг;

Тяговое усилие приводного блока

$$F_{\text{н-с}} = F_{1-2} + F_{3-4}, \text{ Н}; \quad (6)$$

Мощность привода ДКН

$$N = \frac{F_{\text{н-с}} \cdot V_{\text{н}}}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт}; \quad (7)$$

где $V_{\text{н}}$ - номинальная скорость движения тягового органа ($V_{\text{н}} = 2$ м/с);

η - КПД приводной станции ($\eta = 0,8$)

Запас прочности каната определяется относительно расчетной статической нагрузки, которую следует рассчитывать по формулам:

- для нижнего расположения привода

$$S = Q(\sin \alpha + 0,02 \cos \alpha) + 0,3q \cdot 2L_k \cos \beta + 0,5Q_{\text{н}} + 0,2L_k, \text{ даН}; \quad (8)$$

- для верхнего расположения привода

$$S = Q(\sin \alpha + 0,02 \cos \alpha) + qL_k (\sin \beta + 0,3 \cos \beta) + 0,1L_k, \text{ даН}; \quad (9)$$

где Q - максимальный вес грузового состава, даН;

α - наибольший угол наклона выработки, град.;

β - средневзвешенный угол наклона знакопеременной выработки, град.;

L_k - длина одной ветви тягового каната, м; q - погонный вес каната, даН/м;

$Q_{\text{н}}$ - вес натяжного груза в сбегавшей со шкива ветви каната, даН;

0,02 - коэффициент сопротивления движению состава;

0,3 - коэффициент сопротивления перемещению каната;

0,1 и 0,2 - коэффициенты, учитывающие сопротивление вращению блоков и роликов на трассе дороги, даН/м.

Допустимая масса состава определяется из выше приведенных формул, при этом принято, что $\beta = \alpha/2$, а статическая нагрузка на тяговый орган рассчитывается по формуле

$$S = \frac{S_p}{[n]}, \text{ Н(кгс)}; \quad (10)$$

где S_p - расчетное разрывное (суммарное всех проволок в канате) усилие, Н;

$[n]$ - допустимый запас прочности каната ($[n] = 6$ - при транспортировании людей; $[n] = 5$ - при транспортировании грузов).

Техническая производительность ДКНП-1,6

$$Q_p = \frac{3,6 \cdot m \cdot Z}{T}, \text{ т/ч;} \quad (11)$$

где T - время цикла транспортирования, с;

$$T = \frac{2 \cdot L}{v \cdot k_c} + \Theta_m + \Theta_n \cdot Z, \text{ с;} \quad (12)$$

где k_c - коэффициент снижения скорости ($k_c = 0,9$);

Θ_m - время маневров на сопряжении, с;

Θ_n - время погрузки одной вагонетки, с.

Приведенные выше зависимости позволяют установить рациональные параметры ДКН, в диапазоне которых автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП) должна обеспечивать планируемые темпы комбайнового проведения выемочных выработок и сократить простои подготовительных забоев по вине транспорта.

Для расширения функций автоматизированного управления ДКН в процессе проведения выемочных выработок со сложной гипсометрией пластов необходимо учитывать коэффициент адаптации транспортно-технологической системы «привод – подвижной состав - произвольный профиль трассы».

6 Эффективность транспортно - технологических схем проведения выработок с применением системы автоматизированного управления ДКН

Для определения ожидаемого экономического эффекта от ликвидации простоев подготовительных забоев по вине транспорта использованы данные среднемесячных объемов проведения подготовительных выработок в ш/у «Павлоградское» ПАТ «ДТЭК Павлоградуголь». В соответствие с отраслевыми методиками ожидаемый экономический эффект за счет оперативного управления режимами работы рекомендованной транспортно-технологической схемы проведения одной выемочной выработки составит

$$\text{Э}_{\text{ОЖ}} = K_c \frac{C_{\text{ш}} D_1 \gamma_{\text{п.з.}}}{100} \frac{V_y}{V_{\text{ш}}} \left(1 - \frac{v_1}{v_2} \right), \text{ грн.} \quad (13)$$

где $C_{\text{ш}}$ – производственная (общешахтная) себестоимость 1т угля, грн;

$K_c = 0,8$ – коэффициент несоответствия уменьшения числа действующих подготовительных забоев темпам роста скорости проведения выработок;

D_1 – годовая добыча угля на шахте, т;

$\gamma_{\text{п.з.}} = 5 - 12 \%$ – доля условно-постоянных затрат при проведении подготовительных выработок в производственной себестоимости угля;

$V_y = 168, V_{\text{ш}} = 1435$ – среднемесячный объём проведения подготовительных выработок на участке, где внедрена АСУ ДКН (V_y), и в целом по шахте ($V_{\text{ш}}$), м;

$v_1 = 168, v_2 = 216$ – среднемесячная скорость проведения подготовительных выработок до и после внедрения АСУ ДКН, м/мес.

$$\mathcal{E}_{OЖ} = 0,8 * \frac{342 * 1000000 * 5}{100} * \frac{168}{1435} * \left(1 - \frac{168}{216}\right) \approx 356 \text{ тыс. грн}$$

При этом себестоимость проведения 1-го погонного метра выемочной выработки, для условий ш/у «Павлоградское» ПАТ «ДТЭК Павлоградуголь», уменьшится на 202,3 грн.

Таблица 1 - Сравнительная таблица технико-экономических показателей проведения 802 бортового штрека ш/у «Павлоградское»

Показатели	Фактические темпы проведения выработок 168 п. м.	Проектные темпы проведения выработок 216 п. м.	+, - к базовому варианту
Сечение выработки:			
вчерне, м	12,7	12,7	-
в свету, м	11,2	11,2	-
Тип крепления	КШПУ 11,0	КШПУ 11,0	-
Способ проведения	Комбайновый	Комбайновый	-
Тип выемочного механизма	КСП-32	КСП-32	-
Число заходок:			
за смену, зах	2,33	3	-
за сутки, зах	7	9	-
Подвигание за сутки, м	5,6	7,2	+1,6
Подвигание за месяц, м	148,4	190,8	+ 42,4
Численность суточной комплексной бригады проходчиков:			
явочная, чел	20	20	-
списочная, чел	38	38	-
Производительность труда прох.:			
на выход, м. п.	0,28	0,36	+ 0,08
на месяц, м. п.	3,91	5,02	+ 1,11
Себестоимость 1 м.п. выработки, грн.	11725	11522,7	- 202,3
Стоимость проведения выработки, грн. L = 1,76 км	20636000	20279952	- 356048
Сроки прохождения выработки, мес. L = 1,76 км	10,5	8,2	- 2,3

7 Требования к функциям системы автоматизированного управления технологическими процессами перемещения породы ДКН

7.1 Общие положения

В соответствии с ГОСТ 34.602-89 к основным функциям оперативно-производственного управления сложными динамическими системами относятся информационные, управляющие и защитные функции [1].

Исходные требования на разработку структуры автоматизированного управления технологическими процессами ДКН предусматривают кроме того наличие в системе управления модулей с функциями прогнозирования, контроля и учета действий случайных факторов, т.е. учитывающих влияние негативных факторов шахтной среды на эксплуатационное состояние выемочных выработок и параметры транспортирования породы в условиях неопределенности. Для прогнозирования возможных негативных событий формируется банк данных с эксплуатационными характеристиками транспортных выработок и применяемого технологического оборудования, а также с требованиями к путевому хозяйству, информационным, управляющим и защитным функциям АСУТП.

Например, основной операцией блока путевого развития является операция перевода подвижного состава в очередное состояние с характерными событиями. Чтобы система автоматизированного управления могла эффективно координировать процессы перемещения грузов в диапазоне событий данного блока, оператор должен прогнозировать возможное развитие производственных ситуаций, т.е. располагать информацией о характере взаимодействия подвижного состава и линейных элементов напочвенной канатной дороги в типичных, нетипичных и экстремальных производственных ситуациях.

7.2 Информационные функции

В процессе реализации функций управления информация, поступающая на пульт оператора ДКН, должна обеспечивать:

- централизованный контроль за ходом технологического процесса;
- диагностику состояния транспортно-технологического оборудования;
- регистрацию истории развития процесса (опция);
- вычислительные и логические функции информационного характера.

В реальных условиях шахтной среды к указанным информационным функциям автоматизированной системы ДКН предъявляется комплекс соответствующих требований.

Централизованный контроль за ходом технологического процесса должен обеспечивать:

- периодическое измерение значений технологических параметров;
- оперативное отображение значений технологических параметров:
 - графическое и цифровое отображение значений технологических параметров и взаимосвязей между ними на мнемосхемах;
 - графическое и цифровое отображение истории процесса;
 - отображение изменения состояния оборудования цветом на мнемосхемах;

- отображение результатов диагностики состояния оборудования на экране панели оператора;
- обнаружение, оперативное отображение, регистрация в архиве и сигнализация отклонений значений технологических параметров и показателей состояния оборудования от установленных пределов.

Диагностика состояния оборудования включает:

- диагностику и контроль состояния тягового каната, линейных элементов ДКН и технологического оборудования;
- самодиагностику микропроцессорного контроллера привода ДКН;
- диагностику канала связи с контроллером;
- диагностику измерительных каналов.

Формирование истории процесса представляет собой:

- архивирование мгновенных значений параметров технологического процесса;
- архивирование изменений состояния элементов ДКН (архив событий);
- архивирование нарушений технологического процесса.

Вычислительные и логические функции информационного характера заключаются в машинном решении задач, которые отражают:

- формирование, просмотр (печать опция) технологического журнала за смену;
- формирование технологического журнала за сутки;
- формирование, просмотр протокола нарушений границ технологических параметров.

7.3 Управляющие функции должны автоматически регулировать следующие параметры технологического процесса:

- скорость движения состава:
 - в прямолинейных участках трассы;
 - при прохождении закруглений;
 - при маневровых операциях.
- условия взаимодействия тягового каната со шкивом и линейными элементами ДКН;
- тяговое усилие приводного блока;
- подачу вагонов под разгрузку;
- степень заполнения бункера породой;
- коэффициент использования объема шахтного вагона;
- программно-логическое управление процессами пуска и торможения ДКН по заданному алгоритму;

7.4 Функции защиты обеспечивают:

- дистанционное управление подвижным составом ();
- автоматический учет и контроль остановок и отказов;
- защиту тягового органа и привода ДКН от перегрузок;
- поддержание рабочего состояния ДКН в экстремальных ситуациях;

8 Правила эксплуатации ДКН при проведении наклонных выемочных выработок со сложной гипсометрией пласта

К управлению напочвенной дорогой допускаются лица, прошедшие специальное обучение, имеющие удостоверение на право управления дорогой и назначенные приказом по шахте.

При проведении протяженных выемочных выработок дорога должна ежедневно обслуживаться оператором привода и сопровождающим, имеющим удостоверение на право управления дорогой и находящимися в составе при транспортировании людей и грузов. Оператор и сопровождающий назначаются приказом по шахте.

Ежедневно в ремонтную смену и ежедневно перед перевозкой людей дорога должна осматриваться электрослесарем участка ВШТ.

Оператор привода осуществляет пуск/остановку дороги по кодовым сигналам (звуковым, световым), получаемым от сопровождающего, который находится в кабине и управляет движением состава при помощи жезла. При перевозке грузов функции сопровождающего могут выполнять обученные лица, сопровождающие груз.

9 Основные положения техники безопасности при эксплуатации ДКН в сложных условиях проведения протяженных выемочных выработок

9.1. При подготовке и проведении испытаний дороги должны соблюдаться требования следующих нормативных документов: ДНАОП 1.1-30-1.01 (Правила безопасности в угольных шахтах. Киев, 2000 г.); ГОСТ 12.2.003 (ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности);

9.2. Все участники испытаний обязаны ознакомиться с разделом «Техника безопасности» настоящей методики.

9.3. В выработке должен быть вывешен трафарет, запрещающий передвижение людей во время работы дороги.

9.4. Обслуживающий персонал должен быть закреплен постоянно. Управление дорогой разрешается только лицам, имеющим право управления дорогой.

9.5. У привода дороги должны быть вывешены правила работы дороги и фамилия ответственного лица за ее работу, а также доска с обозначением принятых сигналов.

9.6. При работе дороги всякий неясный сигнал машинист обязан воспринимать как сигнал «стоп».

9.7. Ответственный за доставку людей дорогой обязан проверять состояние привода и других узлов не реже одного раза в смену.

9.8. Все рабочие, работающие в выработке, где установлена дорога с приводом, обязаны проходить инструктаж по технике безопасности, который проводится лицом технического надзора.

9.9. Принимая смену, машинист привода обязан выяснить, какие были неполадки при работе в предыдущую смену

Убедившись в исправности, машинист должен принять смену, занести в

журнал приемки-сдачи смены результаты проверки и расписаться в нем. При обнаружении неисправности устранить ее или сообщить об этом механику участка или лицу технического надзора.

9.10. Дорога должна проверяться ежесменно горным мастером и один раз в сутки – механиком участка.

9.11. Контрольный осмотр дороги производить не реже одного раза в неделю механиком участка и представителем отдела главного механика шахты. Результаты осмотра заносить в журнал по форме, утвержденной главным инженером шахты.

9.12. На дорогу должен быть заведен журнал записи контрольных осмотров и ремонтов, в котором производится механиком участка запись результатов осмотра.

Декан факультета информационных технологий Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»
д.т.н., профессор

М.А. Алексеев

Профессор кафедры программного обеспечения компьютерных систем ГВУЗ «НГУ», д.т.н., профессор

Л.И. Мещеряков

Доцент кафедры транспортных систем и технологий ГВУЗ «НГУ», к.т.н., доцент

А.В. Денищенко

Директор Павлоградского техникума ГВУЗ «НГУ», к.т.н.

Л.Н. Посулько

Главный инженер ш/у «Павлоградское» ПАТ «ДТЭК Павлоградуголь»

А.Р. Бекешко

Начальник ВШТ ш/у «Павлоградское» ПАТ «ДТЭК Павлоградуголь»

А.Г. Васюк

Аспирант кафедры программного обеспечения компьютерных систем ГВУЗ «НГУ»

А.Л. Ширин

Аспирант кафедры транспортных систем и технологий ГВУЗ «НГУ»

О.О. Юрченко

АКТ

передачи научно-технической продукции «Исходные требования на создание и внедрение технологии комбайнового проведения выемочных выработок с автоматизированным управлением процессами транспортирования шахтной породы напочвенными канатными дорогами»

Разработанные Государственным высшим учебным заведением «Национальный горный университет» исходные требования на создание и внедрение технологии комбайнового проведения выемочных выработок с автоматизированным управлением процессами транспортирования шахтной породы напочвенными канатными дорогами – переданы ООО НИП "ДІА" (г. Днепродзержинск).

Указанные исходные требования будут использованы при проектировании и создании автоматизированной системы управления транспортно-технологическими процессами откатки породы при проведении протяженных выемочных выработок, искривленных в профиле и плане и диагностирования технического состояния напочвенных канатных дорог.

Директор

ООО НИП "ДІА"



Н.Т.Тищенко

« 25 » 2015г.

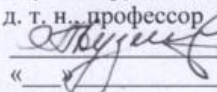
Проректор Государственного ВУЗ
«Национальный горный университет»
чл.-корр. НАН Украины, профессор



А.С. Бешта

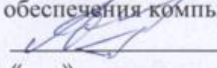
« 29 » 05 2015г.

Научный руководитель
д. т. н., профессор

«  О.М. Кузьменко

« » 2015г.

Ассистент кафедры программного
обеспечения компьютерных систем

«  А.Л. Ширин

« » 2015г.