

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУЗОВ НАПОЧВЕННЫМИ КАНАТНЫМИ ДОРОГАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

По результатам исследований параметров взаимодействия основных элементов напочвенной канатной дороги с произвольным профилем трассы установлено, что потенциальным источником повышения эксплуатационной надежности ДКН является система управления процессами перемещения грузов в выработках сложной конфигурации.

За наслідками досліджень параметрів взаємодії основних елементів надгрунтової канатної дороги з довільним профілем траси встановлено, що потенційним джерелом підвищення експлуатаційної надійності ДКН є система управління процесами переміщення вантажів у виробленнях складної конфігурації.

On results researches of parameters of co-operation of basic elements of napochvennoy funicular road with the arbitrary type it is set of route, that of rise of the operating reliability DKN the system is a potential source of process control of moving of loads in making of the complicated configuration.

Положительные результаты исследований на шахте «Павлоградская» эксплуатационных параметров экспериментального образца напочвенной канатной дороги нового поколения типа ДКНП-1,6 позволили рекомендовать ее в качестве единого транспортного средства при проведении участковых подготовительных выработок и разработать положения по дальнейшему совершенствованию конструкции и системы оперативного управления грузопотоками в искривленных в профиле и плане выработках длиной до 3500 м. Необходимость совершенствования последнего обусловлена тем, что в действующей системе управления процессами перемещения грузов напочвенной канатной дорогой (ДКН) выявлено ряд несовершенств в системе управления взаимодействием основных элементов (состава вагонеток, тягового каната, привода) с произвольным профилем трассы.

Цель настоящего исследования является установление потенциальных источников совершенствования системы управления процессами транспортирования грузов напочвенными канатными дорогами в условиях неопределенности горнотранспортных состояний.

При этом для формирования базы данных, необходимой в совершенствовании системы управления процессами перемещения грузов в условиях неопределенности были проведены пооперационные исследования режимов работы напочвенной канатной дороги при транспортировании грузов от подготовительных забоев проводимых выработок.

Результаты исследований эксплуатационных параметров процессов транспортирования горной массы ДКН при комбайновом проведении участковых подготовительных выработок приведены в таблице 1.

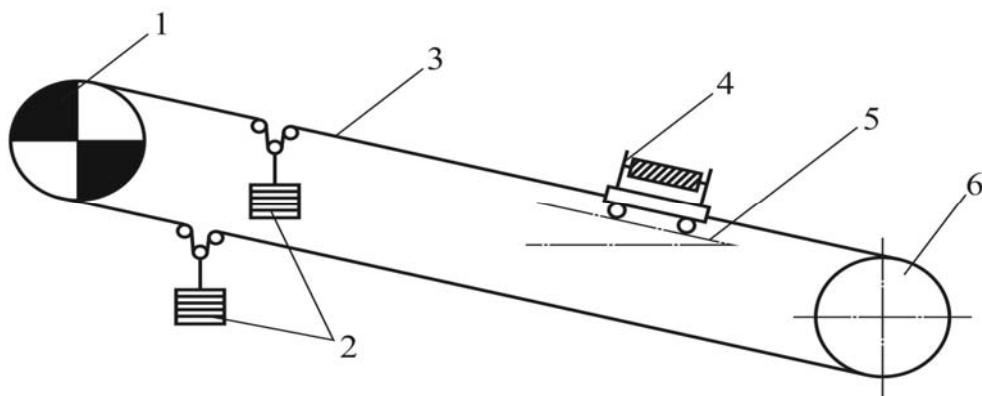
## Результаты исследований эксплуатационных параметров ДКН

№п/п	Наименование операций	Время операции, мин	Среднее арифметическое выборки	Среднеквадрат. отклон.	Относительная погрешность измерения, %	Результаты измерений	Доверит. вероятн	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Погрузка партии вагонеток у забоя	39,0 35,0 38,0 22,0 37,0 35,0 30,0 35,0 24,0 32,0	32,7	25,7	17,4%	32,7±5,7	0,96	504 сб. штрек, длина L=1100 м, вагонеток ВД-2,5 Количество вагонеток в партии – 7. Движение груза вниз Напочвенная дорога ДКН-3
II	Движение погруженной партии вагонетки	12,0 10,0 13,0 13,0 13,0 18,0 16,0 13,0 17,0 14,0	13,9	2,515	18,0%	13,9±2,515	0,96	
III	Движение порожней партии к забою	13,0 13,0 14,0 13,0 13,0 17,0 20,0 14,0 13,5 13,0	13,3	2,33	16,2%	14,3±2,33	0,96	
IV	Разгрузка грузной партии	17,0 25,0 30,0 20,0 12,0 20,0 20,0 35,0 30,0 32,0	24,1	7,7	9,2%	24,1±7,7	0,96	

При этом анализ производственных ситуаций и показателей работы ДКН в выработках, искривленных в профиле и плане, дают все основания - рассматривать ее в функциональном отношении как сложную транспортно-технологическую систему «подвижной состав - тяговый канат - шкив трения».

Условия взаимодействия элементов транспортно-технологической системы определяются конструктивными особенностями ДКН, принципом ее действия, параметрами горной выработки и поведением пород ее вмещающих.

В конструктивном отношении напочвенная канатная дорога представляет собой кольцевую тяговую систему с подсоединенным к ней сосредоточенным грузом (рис. 1). ДКН обеспечивает перемещение по рельсовому пути 5 состава вагонеток, подсоединенных к буксировочной тележке 4. Движение состава осуществляется по челноковой схеме с помощью замкнутого тягового каната 3, приводимого в движение посредством вращения шкива трения привода 1 напочвенной канатной дороги. Рабочая и холостая ветви тягового каната перемещаются по направляющим роликам, укрепленным на почве и боковых стенках горной выработки. Натяжение каната по сцеплению создается грузовыми натяжными устройствами 2, а вращение шкива трения обеспечивается приводным электрическим двигателем.



1 – привод канатной дороги; 2 – грузы; 3 – канат; 4 – тележка/вагонетка; 5 – рельсовый путь; 6 – натяжная станция

Рис. 1. Принципиальная кинематическая схема напочвенной канатной дороги

Управление процессами движения грузеных и порожних составов вагонеток осуществляется аппаратурой дистанционного управления АДУ-1,1М, предназначенной для подъемных машин, эксплуатируемых в подземных выработках угольных и сланцевых шахт, опасных по взрыву газа и пыли.

Действующая система управления грузопотоками настроена на визуальный контроль, а также выдачу сигналов и команд на выполнение штатных ситуаций и режимов работы узлов и подсистем напочвенной канатной дороги, характерных для стабильных условий работы. К характерным штатным режимам управления работой ДКН следует отнести: выдачу сигналов на управление работой привода рабочего тормоза; команд на срабатывание предохранительного тормоза в случае нарушения целостности цепи обмотки электромагнита УПТВ;

размыкание цепи защиты при достижении ДКН предельно допустимой скорости на участках пути разгона, равномерного хода и замедления и др.

Необходимо отметить, что в условиях обильных водопритокков и интенсивного пучения пород почвы подготовительных выработок нарушается их проектное сечение и образуется знакопеременный профиль рельсового пути. Это приводит к возникновению нештатных производственных ситуаций, которые существенно снижают эффективность работы ДКН. Нарушение условий взаимодействия подвижного состава с рельсами и крепью подготовительной выработки провоцирует возникновение нештатных ситуаций в работе привода ДКН, тягового каната и других подсистем рассматриваемой транспортно-технологической системы.

В процессе исследования причин неритмичной работы напочвенных канатных дорог установлено, что основными сдерживающими факторами их производительной работы в условиях интенсификации горных работ является несостоятельность действующей системы обеспечения технической безопасности применяемого оборудования и методов прогноза нештатных (критических) ситуаций, возникающих в экстремальных горнотехнических условиях при проведении и эксплуатации участковых подготовительных выработок.

Для решения указанной проблемы предложено усовершенствовать действующую систему управления штатными ситуациями при транспортировании грузов напочвенными канатными дорогами, которая бы учитывала динамику перехода работоспособного состояния узлов напочвенной канатной дороги в неработоспособное, т.е. в нештатное, способствуя таким образом повышению надежности транспортно-технологической системы на определенном этапе ее функциональной работы.

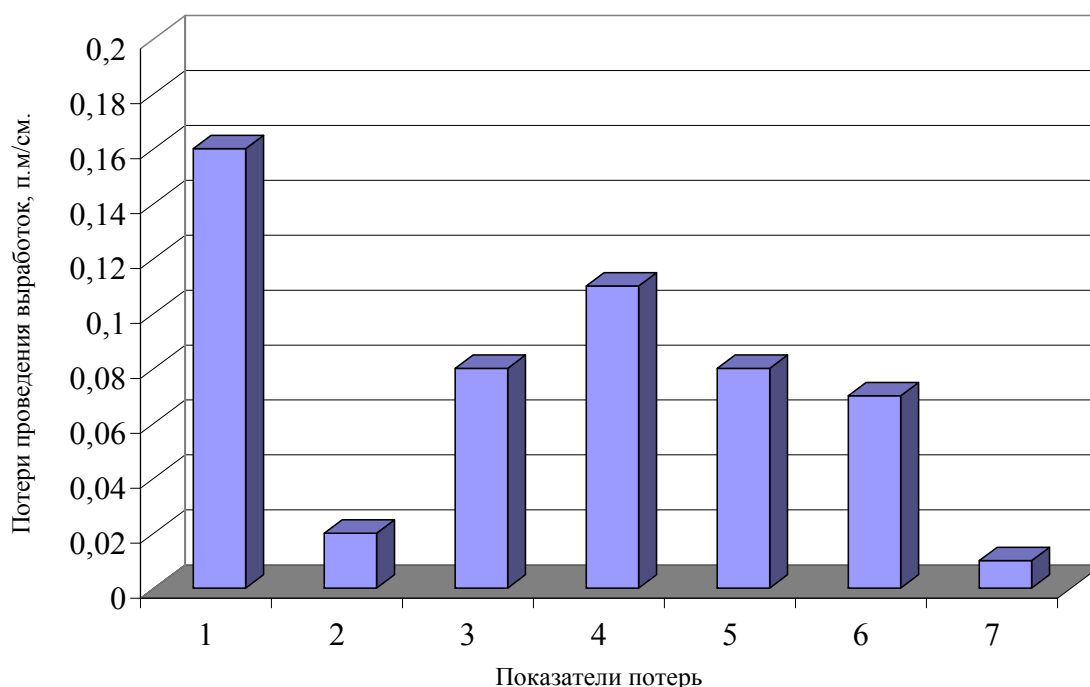
В комплексе мероприятий, обеспечивающих эксплуатационную надежность ДКН, большую роль играет автоматическая защита от случайных или преднамеренных перегрузок предохранительными устройствами, работающими в стерегущем режиме и вступающими в действие при перегрузке базовых элементов напочвенной канатной дороги [1, 2, 3].

Для создания системы оперативного управления нештатными и критическими ситуациями была разработана структурно-логическая схема исследований эксплуатационных параметров ДКН, направленная на выявление фактов перехода работоспособного состояния узлов напочвенной канатной дороги в неработоспособное на основе прогнозирования их эксплуатационной надежности. Такой подход обусловлен тем, что установить единый критерий эксплуатационной надежности напочвенной канатной дороги, работающей в сложных, постоянно изменяющихся горногеологических условиях весьма затруднительно. В этой связи объектом настоящего исследования являются процессы взаимодействия во времени и пространстве подсистем транспортно-технологической системы «подвижной состав – тяговый канат – шкив трения» при транспортировке грузов в выработках, искривленных в профиле и плане.

Предметом исследования являются параметры взаимодействия элементов ДКН, определяющих динамику системы с замкнутым тяговым органом и надежность работы ее подсистем в условиях неопределенности.

Программой и методикой исследований предусмотрено любую вынужденную остановку напочвенной канатной дороги, продолжительностью более одной минуты, рассматривать как отказ – т.е. как нештатную ситуацию при которой нарушается работоспособность объекта и его производительная работа. Предлагается также надежность работы узлов ДКН характеризовать частотой отказов, степенью их тяжести и длительностью работ, необходимых для устранения отказов.

Для формирования базы данных о специфике работы ДКН в штатных, переходных и нештатных режимах была выполнена комплексная оценка причин снижения производительной работы технологических схем комбайнового проведения выработок с использованием напочвенных канатных дорог в участковых подготовительных выработках и локомотивной откатки грузов в магистральных. Структура среднесменных показателей потерь производительной работы подготовительного забоя по вине транспорта приведена на рис 2.



1 – ожидание порожняка; 2 – аварии на участке внутришахтного транспорта; 3 – аварии забойного оборудования; 4 – аварии на транспорте участка; 5 – организационные причины; 6 – другие работы; 7 – аварии на участке конвейерного транспорта.

Рис. 2. Структура среднесменных показателей потерь производительной работы подготовительного забоя по вине транспорта

Среднесменные темпы комбайнового проведения в наблюдаемых подготовительных забоях ОАО «Павлоградуголь» составили 1,6 п.м, потери времени при этом были 130,4 мин/см, а средние потери проведения одного проходческого забоя – 0,53 м/см.

Объем среднесменных потерь определялся индивидуально для каждого исследуемого забоя с учетом фактического объема проведения с одного цикла

(метров проведения на одну раму крепи) и технологического времени выполнения одного цикла.

$$V_{\text{ном}} = T_{\text{ном}} \cdot \frac{V_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}}}, \text{ м / раму},$$

где  $T_{\text{пот}}$  – потери времени, мин;  $V_{\text{ц}}$  – фактический объем проведения выработки с одного цикла, м/раму;  $T_{\text{ц}}$  – фактическое технологическое время выполнения одного цикла, мин.

В технологическое время одного цикла в подготовительном забое вошло время выполнения таких технологических операций как: разрушение забоя комбайном (машинное время); установка крепи (с учетом времени доставки материалов на расстояние не более 50 м); технологическое время обмена вагонов, не совмещенное с временем крепления, а также другие операции, не совмещенное с разрушением и креплением забоя (дробление крупногабаритных кусков породы, маневры комбайна, наращивание рельсового пути, вентиляционного става, зачистка выработки). Позиция 4 (рис. 2) – «аварии на транспорте участка» отражает показатели потерь производительной работы подготовительного забоя в связи с отказами в системе ДКН и длительностью работ, необходимых для устранения дефектов и неисправностей в ее узлах. Результаты экспертной оценки показателей потерь на транспорте участка (рис. 2) подтвердили, что более 85% случаев остановки подготовительного забоя связаны с отсутствием возможности оператора прогнозировать отказы в системе «подвижной состав – тяговый канат – шкив трения» и управлять ими в условиях неопределенности.

Таким образом, приведенные на гистограмме (рис. 2) показатели послужили основанием для проведения дальнейших исследований по совершенствованию системы управления нештатными режимами работы ДКН и формирования базы данных по прогнозированию отказов в условиях изменяющейся горногеологической и транспортнотехнической неопределенности.

#### Список литературы

1. Расцветаев В.А., Посуныко Л.Н., Ширин А.Л. Комплексная оценка транспортно-технологических схем комбайнового проведения подготовительных выработок в условиях шахт Западного Донбасса. Дятленко М.Г.// Материалы V международной научно-практической конференции “Проблемы горного дела и экологии горного производства” (14-15 мая 2010 г., г. Антрацит). - С. 41 – 48.
2. Посуныко Л.М. Обґрунтування параметрів транспортно-технологічних схем проведення дільничих виробок при розширенні меж шахтних полів// Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Дніпропетровськ: НГУ, 2010. – 15 с.
3. А.Л.Ширин, Л.Н.Посуныко, Е.В.Пискунова. Социально-экономические особенности формирования модели закрытия угольных шахт, дорабатывающих промышленные запасы. Геотехническая механика: Межвед.сб.науч.работ/ ИГТМ НАН Украины.- Днепропетровск, 2006.- Вип.62.- С.65-71.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Ткачовим В.В.  
Надійшла до редакції 01.06.11*