

Список литературы

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні / http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html. [Електронний ресурс]. Режим доступа: URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-%D0%BF/page>. (Заголовок с экрана).
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р., № 175 «Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру» [Електронний ресурс]. Режим доступа: URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-%D0%BF/page>. (Заголовок с экрана).
3. Казеев А.И. . Оползневая опасность и риск в зарубежной теории и практике. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.opolzni.ru/public/laram.htm>. (Заголовок с экрана).
4. Ермаков А. Е. Автоматизация онтологического инжиниринга в системах извлечения знаний из текста // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии : тр. Междунар. конф. «Диалог'2008». – М. : Наука, 2004. – С. 282–285.
5. Linkova Zdenka. Building Ontologies for GIS-Part 2. / Zdenka Linkova, Radim Nedbal, Martin Rimnac. Technical report No. 938. May 2005. Institute of Computer Science. Academy of Sciences of the Czech Republic. – 14 p.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Бусигінім Б.С.
Надійшла до редакції 16.01.15*

УДК 622. 625. 5

А.В. Денищенко, Л.Н. Посунько, А.Л. Ширин, М.А. Кечин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАНАТНЫХ НАПОЧВЕННЫХ ДОРОГ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЧАСТКОВЫХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Приведены результаты исследований применения канатных напочвенных дорог в качестве единого транспортного средства при проведении подготовительных пластовых выработок. На основе анализа предложенных транспортно-технологических схем разработан график организации работ с использованием аккумулярующего бункера для повышения производительности откатки и качества полезного ископаемого.

Наведено результати досліджень застосування канатних надґрунтових доріг в якості єдиного транспортного засобу при проведенні підготовчих пластових виробок. На основі аналізу запропонованих транспортно-технологічних схем розроблено графік організації робіт з використанням акумулюючого бункера для підвищення продуктивності відкатки та якості корисної копалини.

The results of research of using cable oversoiled roads as the only transportation during the prepared workings are given. The timetable of work organization with the usage of accumulating hopper for haulage increasing maintenance and quality of minerals is designed on the base of proposed transportation and technological schemes.

Постановка проблемы. Шахты Западного Донбасса и Львовско-Волынского бассейна представлены пологими угольными пластами с волнистым или слабонаклонным (до 10°) залеганием. При погоризонтной подготовке шахтных полей и отработке запасов угля длинными столбами по падению-востанию выемочные выработки характеризуются сложным профилем.

К выработкам сложного профиля в регионах относят:

- выработки с углами наклона $\alpha \geq 3^\circ$, в которых затруднена концевая канатная и не может быть применена электровозная откатка грузов;
- горизонтальные выработки со знакопеременным профилем и уклоном пути $i \geq 5\%$, проведенные в слабометаморфических горных породах.

В ранее выполненных исследованиях [1, 2] отмечалось, что основными причинами образования завышенных профилей пути в участковых пластовых выработках являются такие факторы как:

- наличие специфических зон с интенсивным пучением пород почвы;
- необходимость проведения участковых подготовительных выработок по направлению пласта с целью поддержания стабильной длины комплексно-механизированных очистных забоев;
- нарушение предписаний требований маркшейдерской службы к контролю профиля пути в эксплуатируемых выработках.

Экспертная оценка производственных ситуаций на шахтах региона показала, что современные проходческие комплексы могут обеспечить высокие темпы проведения пластовых подготовительных выработок (более 300 м/мес) за счет рационального совмещения во времени основных технологических процессов, таких как разрушение массива, погрузка и транспортирование горной массы по выработке, а также крепление призабойного пространства.

Необходимо отметить, что на шахтах Западного Донбасса при проектировании транспортно-технологических схем комбайнового проведения участковых подготовительных выработок длительность цикла рассчитывается с учетом суммарной продолжительности всех последовательно выполняемых проходческих и транспортных операций и принимается кратной продолжительности смены. Однако, при доработке запасов угля у границ шахтных полей и в зонах тектонических нарушений применяемые транспортные средства не обеспечивают планируемые грузопотоки и безопасность работ. Более того, по причинам отказов в работе средств участкового транспорта на шахтах региона ежемесячно теряется 0,53 м проведения подготовительных выработок.

Последнее обусловлено тем, что при формировании схем участкового транспорта не учитываются специфические особенности ведения горно-подготовительных работ в условиях интенсивного пучения пород почвы, обильных водопритоков и мелкоамплитудных геологических нарушений.

Проявление этих факторов чаще всего происходит спонтанно и прогнозировать их параметры практически невозможно. Указанные негативные явления относятся к нетипичным, поэтому функционирование средств участкового

транспорта в протяженных обводненных выработках с интенсивным пучением пород почвы следует рассматривать как систему, работающую в условиях неопределенности.

Экспериментально доказано, что достигнуть планируемых темпов проведения выработок в экстремальных производственных ситуациях можно путем создания автоматизированных, оперативно управляемых транспортно-технологических систем на базе напочвенных канатных дорог нового поколения, работающих в комплексе с аккумулялирующим породным бункером.

Цель данной работы – совершенствование технологии проведения участковых подготовительных выработок путем обоснования рациональных параметров канатных напочвенных дорог, работающих в комплексе с аккумулялирующим породным бункером.

Анализ последних исследований и публикаций. Существующие технологические схемы комбайнового проведения выработок с использованием традиционных транспортных средств (конвейеров и электровозной откатки) предусматривают максимальное совмещение во времени отдельных операций, рациональное использование оборудования и труда звена проходчиков. При такой организации работ сменная скорость подвигания выработок смешанным забоем достигает 3,5 – 5,6 м, производительность труда проходчика составляет 0,39 – 0,66 м/см, а удельный вес трудоемкости возведения постоянной крепи в общих затратах труда составляет 20 – 45 % [3]. Однако при подготовке запасов угля у границ шахтных полей и в зонах мелкоамплитудных геологических нарушений было установлено несоответствие между процессами крепления призабойного пространства, транспортирования породы по выработке и маневровыми операциями при обмене груженых вагонов на порожние [1].

В этой связи Национальным горным университетом совместно с инженерно-техническим персоналом шахты “Павлоградская” была разработана и реализована циклично-поточная малооперационная технология транспортирования горной массы, материалов и людей при проведении выработок сложного профиля с использованием канатных напочвенных дорог (ДКН) в качестве единого транспортного средства при проведении участковых пластовых выработок [3].

В процессе шахтных испытаний технологической схемы комбайнового проведения подготовительных выработок с применением опытного образца напочвенной дороги типа ДКНП-1,6 были разработаны рекомендации по совершенствованию конструкции канатных напочвенных дорог нового поколения [4] и способов управления транспортно-технологическими процессами перемещения породы, вспомогательных материалов, оборудования и людей. Результаты проведенных исследований позволили расширить область эффективного применения комбайнового проведения подготовительных выработок и повысить эксплуатационную надежность эксплуатируемых в регионе канатных напочвенных дорог. В настоящее время на шахтах региона более 41 % участковых подготовительных выработок, проводимых по восстанию-падению пласта, используются в качестве единого транспортного средства напочвенные дороги типа ДКН-3, ДКНЛ и ДКНУ.

Особенности технологических схем проведения подготовительных выработок по падению-восстанию пласта приведены на рис. 1.

По результатам шахтных испытаний и экспертной оценки технологических схем транспортирования породы канатными напочвенными дорогами установлено, что их особенности и эксплуатационные параметры во многом определяются: местом расположения буксировочной тележки и специальной камеры для приводной станции; трудоёмкостью работ, связанных с периодической передвижкой концевого блока, а также схемами маневров на сопряжении выработок при обмене груженных вагонов на порожние.

Технологическая схема проведения подготовительной выработки по падению пласта с размещением приводной и натяжной станций ДКН в магистральной выработке показана на рис. 1,а. По результатам шахтных исследований эксплуатационных параметров ДКН установлено, что при использовании данной схемы в выработках со знакопеременным профилем пути буксировочную тележку, оборудованную ловителем для обеспечения надежной остановки партии в случае обрыва каната, необходимо располагать ниже состава вагонов. Доказано, что с такой компоновкой напочвенные канатные дороги могут использоваться с центральной и боковой тягами [2].

При проведении подготовительных выработок в соответствии с типовыми схемами организации работ, последовательность выполнения операций проходческого цикла заключается в следующем: отбитая проходческим комбайном горная масса при помощи ленточного перегружателя грузится в вагоны, перемещение которых при этом производится канатной дорогой. Далее груженная партия вагонов доставляется до устья выработки, где производятся маневры по ее обмену на порожнюю. После проведения маневровых работ партия из порожних вагонов присоединяется к буксировочной тележке и доставляется в забой, цикл повторяется.

Достоинства схемы: простота маневров по обмену вагонов, отсутствие в проводимой выработке специальной камеры для приводной станции.

Недостаток: необходимость ежесменного перемещения концевого блока вслед за продвижением забоя.

Проведение выработок по восстанию пласта с расположением приводной и натяжной станций канатной напочвенной дороги в специальной камере приведено на рис. 1,б. При применении этой схемы последовательность операций в призабойной зоне проводимой выработки аналогична первой, однако исключаются маневровые операции в устье выработки при обмене груженных вагонов на порожние, а перемещение концевого блока сокращается до одного раза в сутки.

Проведение подготовительной выработки со знакопеременным профилем пути может осуществляться как по первой технологической схеме, так и по второй, однако обязательным условием является синхронизация процессов крепления призабойного пространства и транспортирования горной массы.

При интенсификации горно-подготовительных работ задача создания циклично-поточной технологии комбайнового проведения выработок с применением ДКН заключается в достижении поставленной цели, в качестве

функции которой должны служить планируемые темпы проведения (м/мес., м/сут., м/см.). По результатам технологического моделирования и экспертной оценки действующих в регионе технологических схем комбайнового проведения выработок с использованием ДКН был отдан приоритет схеме (рис. 2) с комплексом оборудования (комбайн КСП-32 – перегружатель ППЛ-1 – вагонетки ВД-2,5 – ДКНП-1,6 – породный бункер).

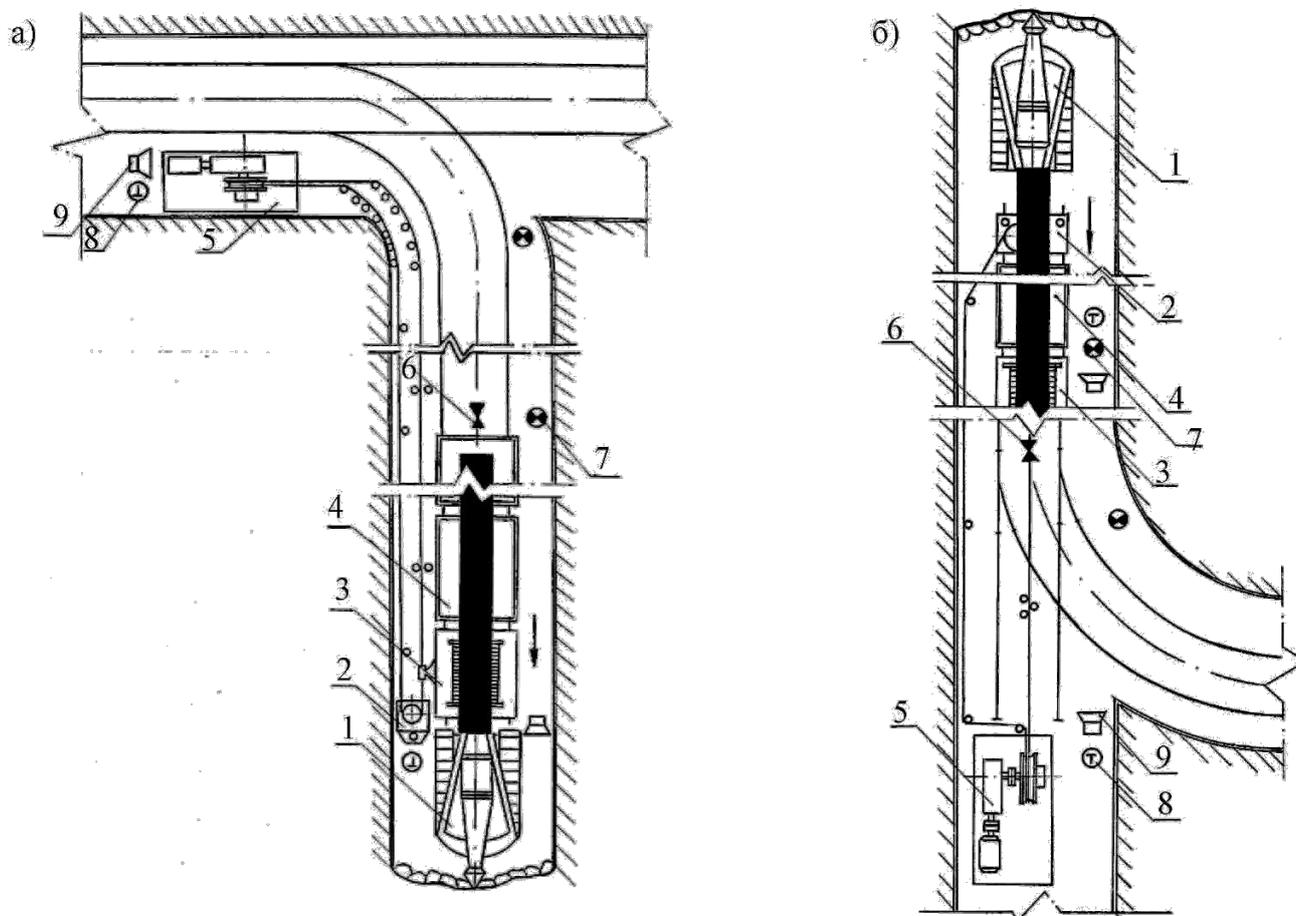


Рис.1. Технологическая схема транспортирования горной массы и материалов при проведении выработки

(а – по падению пласта; б – по восстанию пласта):

- 1 – проходческий комбайн; 2 – концевой блок; 3 – буксировочная тележка;
 4 – вагон; 5 – приводная станция; 6 – барьер; 7 – световое табло;
 8 – телефон; 9 – сигнал

При интенсификации горно-подготовительных работ задача создания циклично-поточной технологии комбайнового проведения выработок с применением ДКН заключается в достижении поставленной цели, в качестве функции которой должны служить планируемые темпы проведения (м/мес., м/сут., м/см.). По результатам технологического моделирования и экспертной оценки действующих в регионе технологических схем комбайнового проведения выработок с использованием ДКН был отдан приоритет схеме (рис. 2) с комплексом оборудования (комбайн КСП-32 – перегружатель ППЛ-1 – вагонетки ВД-2,5 – ДКНП-1,6 – породный бункер).

При традиционной организации работ в каждую смену выходит звено из 6 человек. Машинист осуществляет выемку горной массы, двое проходчиков зачищают почву за комбайном, двое заготавливают крепежные материалы, один управляет работой перегружателя и следит за погрузкой партии вагонов под перегружателем. По мере загрузки подаются команды по селектору машинисту напочвенной дороги о степени загрузки вагонов.

После погрузки груженная партия доставляется напочвенной канатной дорогой до сопряжения, где ее обменивают маневровым электровозом на порожнюю. Длительность обмена партии под перегружателем зависит от протяженности выработки и не должна превышать времени, необходимого для установки постоянной крепи (в противном случае транспорт становится фактором, сдерживающим скорость проходки).

Необходимо отметить, что принятая технология проведения пластовых выработок длиной $L \leq 2000$ м, в типичных условиях эксплуатации обеспечивает высокие темпы проведения участковых выработок. Зависимость скорости проведения выработки ($V_{пр}$) от ее длины (L), сечения (S), скорости движения состава (V) в различных условиях эксплуатации ДКН представлена на рис.4.

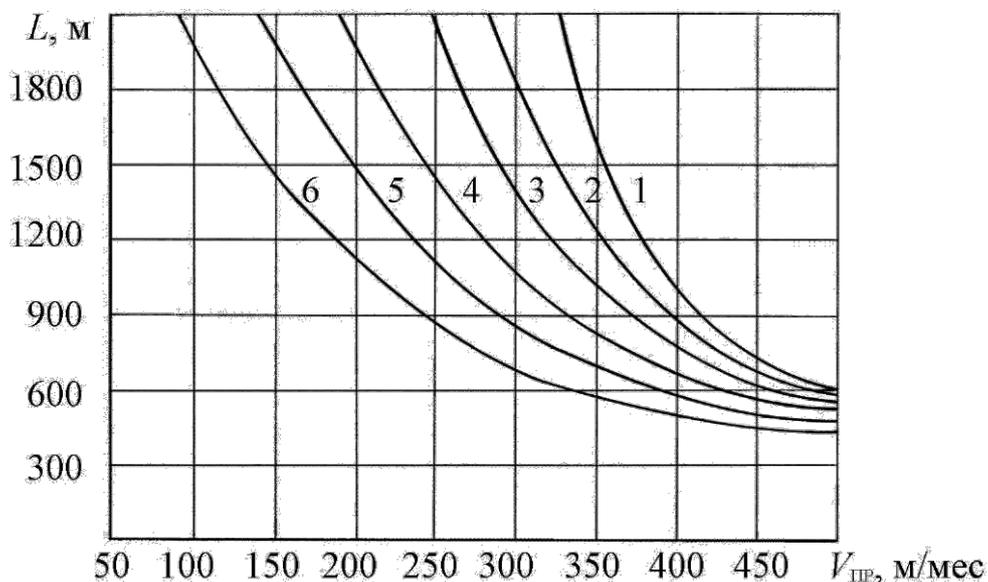


Рис. 4. Зависимость скорости проведения выработки от ее длины:

- 1 – $S = 10 \text{ м}^2$, $V = 3 \text{ м/с}$; 2 – $S = 10 \text{ м}^2$, $V = 2 \text{ м/с}$; 3 – $S = 13 \text{ м}^2$, $V = 3 \text{ м/с}$;
 4 – $S = 13 \text{ м}^2$, $V = 2 \text{ м/с}$; 5 – $S = 15 \text{ м}^2$, $V = 3 \text{ м/с}$; 6 – $S = 15 \text{ м}^2$, $V = 2 \text{ м/с}$.

В тоже время при проведении выработок в нетипичных условиях эксплуатации сдерживающими факторами являются низкий коэффициент оборачиваемости шахтных вагонов и маневровые операции, связанные с обменом груженых вагонов на порожние.

Выделение не решённых проблем. Отмеченные факторы существенным образом влияют на пропускную способность участковых транспортных выработок и синхронизацию основных процессов комбайнового проведения выработок таких как: разрушение массива горных пород; удаление продуктов разрушения за пределы контура выработки (транспортирование) и крепление призабойного пространства.

Необходимость согласования во времени процесса крепления призабойного пространства с процессом транспортирования горной массы по горным выработкам обусловлена тем, что без наличия состава порожних вагонов в забое проводимой выработки горнорабочие проходческого звена не могут приступить к выполнению очередного цикла горнопроходческих работ, а значительные расстояния откатки до околоствольного двора и неудовлетворительное состояние рельсовых путей приводят к простоям в проходческих забоях.

Основная часть. Для решения создавшейся проблемы на шахте «Павлоградская» ПАО ДТЭК «Павлоградуголь» испытывается транспортно-технологическая схема с применением напочвенной канатной дороги нового поколения ДКНП-1,6 в сочетании с аккумулялирующим породным бункером (гезенком). Технологическая схема предусматривает выгрузку горной массы в гезенк из шахтных вагонов ВД-2,5. В процессе исследований эксплуатационных параметров данной технологической схемы были выявлены проблемные ситуации, связанные с обустройством породного гезенка, организацией маневровых работ в устье выработки и процессами загрузки и выгрузки породы из бункера.

Для обеспечения планируемой скорости проведения выработки была разработана технологическая схема с использованием в транспортной цепочке механизированного аккумулялирующего бункера оснащённого скребковым конвейером, расположенного ниже уровня выработки и соединённого с действующим магистральным конвейерным штреком (рис. 5).

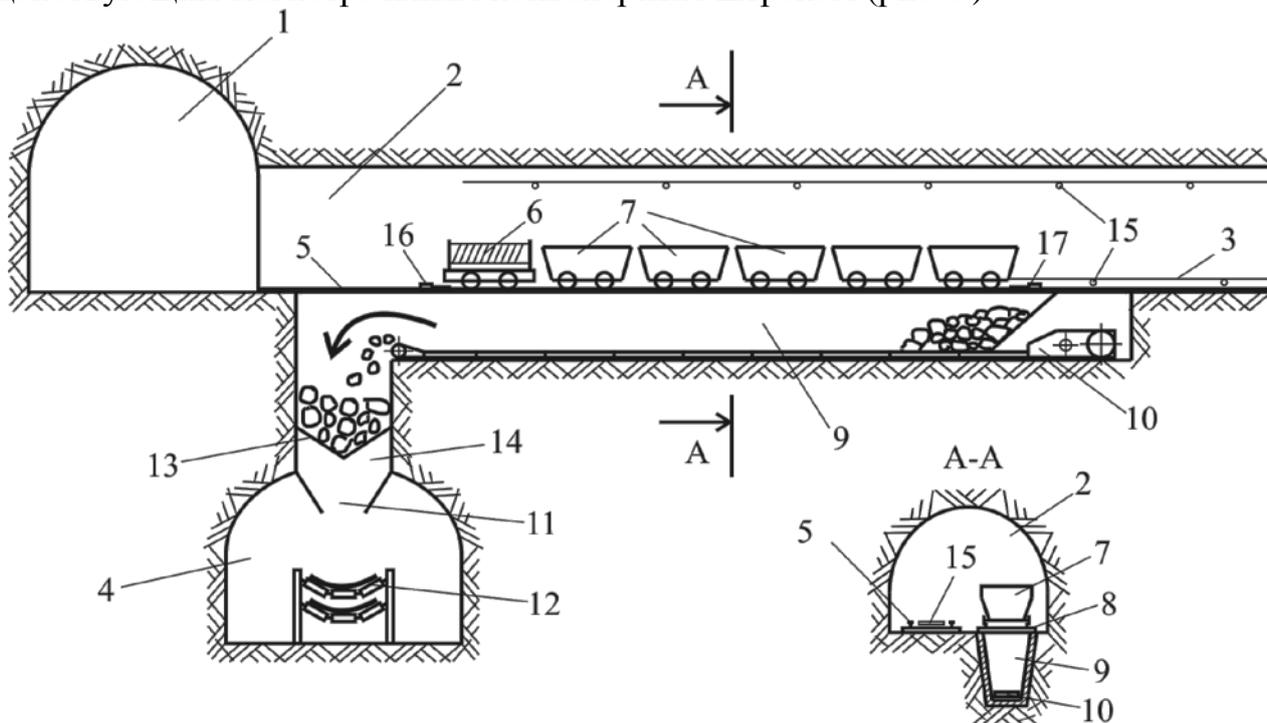


Рис. 5. Транспортно-технологическая схема проведения выработки:

1 – магистральная откаточная выработка; 2 – подготовительная выработка; 3 – тяговый канат; 4 – магистральная конвейерная выработка; 5 – рельсовый путь; 6 – буксирная тележка; 7 – состав вагонеток; 8 – разминка; 9 – бункер; 10 – скребковый конвейер; 11 – лоток; 12 – ленточный конвейер; 13 – затвор; 14 – гезенк; 15 – направляющие блоки; 16 – устройство закрытия днищ вагонеток; 17 – устройство открытия днищ.

В предлагаемой транспортно-технологической схеме работа в проходческом забое начинается с разрушения массива горных пород комбайном. Отбитая горная масса с помощью ленточного перегружателя загружается в состав вагонеток 7, которые, посредством замкнутого тягового каната 3, перемещаются буксировочной тележкой 6 по рельсовому пути 5 до бункера 9. При подаче состава вагонеток 7 к разгрузочному окну механизированного бункера 9 днища вагонеток ВД-2,5 последовательно открываются с помощью устройств 17 и горная масса разгружается на скребковый конвейер 10 бункера 9. В процессе заполнения бункера 9 породой скребковый конвейер 10 не работает, а затвор 13 бункера 9 закрыт. В процессе движения партии вагонеток 7 по разминковке 8, днища вагонеток последовательно закрываются устройством 16, приводя таким образом состав в транспортное положение.

Емкость бункера 9 определяется сменной производительностью проходческого забоя. После заполнения бункера 9 горная масса поступает в гезенк 14 и через лоток 11 поступает на ленту работающего ленточного конвейера 12, с помощью которого доставляется в породный бункер скипового ствола.

Выводы. Внедрение предлагаемой технологии транспортирования горной массы из подготовительных забоев угольных шахт позволит:

- существенно сократить время цикла транспортирования за счет применения вагонеток с донной разгрузкой;
- аккумулировать горную массу от проведения выработки в бункере на протяжении смены для дальнейшей транспортировки ее ленточным конвейером к стволу и выдачи на поверхность.

Реализация данного технического решения позволит значительно повысить производительность транспортно-технологической системы, обеспечит безопасность эксплуатации транспортного оборудования и снижение затрат на потребляемую электроэнергию.

Список литературы

1. Денищенко А.В. Шахтные канатные дороги: Монография. – Д.: Национальный горный университет, 2011. – 172 с.
2. Проектування систем вугільних шахт, що розробляють круті та крутопохилі пласти: монографія / Гребенкин С.С., Бондаренко В.І, Янко С.В., та інші. – Донецьк: ВІК, 2012. – 311 с.
3. Посунько Л.Н. Обоснование параметров транспортно-технологических схем проведения участковых выработок при расширении границ шахтных полей: Дис. канд. техн. наук: – Днепропетровск, 2010. – 184 с.
4. Спосіб транспортування гірничої маси та допоміжних матеріалів під час проведення підготовчих виробок змінного профілю. Патент України на винахід № 96493. МПК E21F 13/02 / А.В. Денищенко; заявник і патентовласник Націон. гірн. ун-т. – № а 201001555; заявлено 15.02.2010; опубл. 10.11.2011; Бюл. № 21. – 4 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Заболотним К.С.
Надійшла до редакції 15.01.15*