

35. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.: Энергия, 1969. - 440 с.

36. Яковенко А.К., Аверин Г.В. Статистический анализ взаимосвязи тепломассообменных процессов в горных выработках // Физические процессы горного производства. Тепломассообмен в горных выработках и породных коллекторах. Сб. науч. трудов. - Л., Изд. ЛГИ, 1985. - С. 687-72.

УДК 622.33 : 622.273.217.5

В.Г. Перепелица, А.А. Волошин, О.В.Рябцев

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТРАБОТКИ
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ СИСТЕМАМИ С ЗАКЛАДКОЙ
ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ
ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ДОСТАВКЕ ЗАКЛАДОЧНОГО
МАТЕРИАЛА**

Приведено технічну характеристику вібропневно-транспортних машин циклічної (ВПМЦ) та безперервної (ВПМН) дії. Описано технічні схеми ведення закладальних робіт з використанням ВПМЦ при відробці крутих пластів. Табл. 2.

Производственная деятельность угольной промышленности Донецкого бассейна характеризуется систематическим увеличением отходов от основного производства - породы, воды и газа. Особенно интенсивно увеличиваются объемы породы, получаемые при проведении и ремонте выработок, от засорения угля породой в очистных забоях. Суммарный объем породы, поступающей в отвалы, достиг объемов товарной продукции, а к 2005 году прогнозируется увеличение выхода пустых пород еще на 40 %. Такая тенденция обусловлена объективно существующим ухудшением горно-геологических условий разработки, но является по сути своей негативной, поскольку известно, что нормальное функционирование шахт, как технологических систем, обеспечивается при относительном выходе породы не более 35-40 % к объему добываемого угля.

Традиционно пустая порода выдается на поверхность и складировается в отвалах на территории промплощадок шахт. В последние годы, в связи с достижением предельно допустимой высоты

конусных отвалов, их горением, имевшими место случаями взрывов, многие шахты вывозят породу в отвалы за пределы промплощадок, что существенно усложняет и удорожает содержание породного хозяйства.

Одним из путей, способствующих решению этих проблем, может быть оставление пустых пород в недрах и закладка выработанного пространства. Поэтому сегодня неотъемлемой частью технологических схем выемки полезных ископаемых является использование механизированных комплексов и других средств для закладки выработанного пространства.

На современном этапе развития горнодобывающей промышленности как на Украине, так и за рубежом, широкое применение получила пневматическая закладка выработанного пространства. Достоинство пневмотранспорта материала заключается прежде всего в том, что он является экологически чистым транспортом, а также в простоте применяемых технологических схем, малогабаритности, мобильности, обеспечении транспортирования по сложным искривленным трассам, непрерывности транспортирования, возможности создания высокого уровня механизации и автоматизации, использования пневмотранспортной техники в искро- и взрывобезопасном исполнении, большой кинетической энергии выходящей из транспортного трубопровода аэросмеси, необходимой в горном деле для получения плотного закладочного массива, совмещения при пневмотранспортировании таких процессов, как измельчение и смешивание.

Однако, несмотря на значительную потребность и очевидные достоинства трубопроводного пневмотранспорта сыпучих материалов, использование его весьма ограничено. Это связано с тем, что развитие пневмотранспортной техники сопровождалось недостаточной обеспеченностью возросших технологических требований по производительности, дальности транспортирования и надежности, а также интуитивным подходом к проектированию пневмотранспортных систем с использованием при этом грубо приближенных эмпирических методов расчета без учета целого ряда аэродинамических параметров, присущих пневмотранспортированию.

Выпускаемые пневматические закладочные машины (дробильно-закладочная машина ДЗМ-2, дробильно-закладочный комплекс "Титан-1", общешахтные пневмозакладочные комплексы ПЗК) имеют ряд недостатков, главными из которых являются большая энергоемкость процесса транспортирования, большие габаритные размеры, ограниченная дальность транспортирования, невозможность работы на липких влажных материалах. Кроме того, существующий порядок ведения закладочных работ предполагает установку машин непосредственно на добычных участках, а доставку закладочного материала к машинам - ленточными конвейерами по горным выработкам. Это усложняет технологические схемы, требует дополнительных затрат на сооружение и эксплуатацию многочисленных перегрузочных пунктов и, в конечном счете, ограничивает область применения таких технических средств.

Анализ конструкций и принципов действия существующих закладочных машин кроме вскрытия технологических и конструктивных недостатков показал, что значительное улучшение их технических характеристик путем модернизации не представляется возможным. В связи с этим в ИГТМ НАН Украины были разработаны принципиально новые типы закладочных машин с принудительным разгоном сыпучего материала в зоне загрузки. Отличительной особенностью таких технических средств является наличие вибрационного загрузочно-разгонного участка транспортного трубопровода, на котором сыпучий материал под воздействием направленной вибрации переходит в вибровзвешенное состояние, благодаря чему происходит отрыв частиц материала от поверхности трубопровода и резко уменьшаются силы сопротивления его движению при разгоне. В дальнейшем транспортируемые частицы находятся во взвешенном состоянии в потоке сжатого воздуха и скорость их увеличивается в 1,2-2,0 раза. При этом обеспечивается равномерная загрузка и разгон материала в системе, ликвидируются закупорки, создается возможность транспортировки липких и влажных материалов, в 2,0-2,5 раза увеличивается производительность машин.

На этой основе созданы два типа машин - вибрационно-пневматические машины циклического действия (ВПМЦ) и вибрационно-пневматические машины непрерывного действия (ВПМН). Первые предназначены для загрузки транспортного трубопровода сыпучим материалом с последующей его транспортировкой по трубопроводу энергией сжатого воздуха на расстояние до 2,5 км. Загрузка и выгрузка материала осуществляется циклично, под давлением, методом шлюзования из двух последовательно расположенных камер. Горизонтальное расположение камер позволило уменьшить в целом габаритные размеры для машин данного класса в 1,5 раза, а высоту в 2 раза. Машины непрерывного действия предназначены для доставки утилизируемого материала на расстояние до 60 м. Их отличительной особенностью является рациональное взаиморасположение кольцевого эжектора с загрузочным бункером-питателем и вибрационным загрузочным лотком. Техническая характеристика данных машин приведена в таблице 1.

Таблица 1. Техническая характеристика вибропневмотранспортных машин циклического и непрерывного действия

Технические характеристики	Единицы измерения	ВПМЦ	ВПМН
Производительность	м ³ /час	100	5 - 60
Дальность транспортирования	м	2500	30 - 60
Расход сжатого воздуха	м ³ /час	10000	1200 - 3000
Максимальный размер куска транспортируемого материала	мм	80	35 - 80
Диаметр транспортного трубопровода	мм	178	100 - 200
Частота колебаний вибролотка	с ⁻¹	75	-
Амплитуда колебаний	мм	0,004	-
Габариты: длина	мм	3900	800 - 1200
ширина	мм	1200	400 - 700
высота	мм	1400	300 - 600

На основе ВПМН разработан комплекс оборудования, включающий в себя дробильную машину (производительность 10 - 15 м³/час, крепость пород - 8, класс дробления 0,03 - 0,07 м), промежуточный конвейер СП-46, СП-48, систему контроля и управления процессами дробления, транспортирования и закладки. Комплекс предназначен для оставления породы в выработанном пространстве, возведения бутовых полос, закладки закрепного пространства и конструктивно допускает возможность работы составляющих его агрегатов как совместно, так и независимо друг от друга. На этой агрегатной базе создан комплекс вибрационно-пневматический бутовый (КВПБ), использование которого позволило получить хорошие результаты при оставлении в бутовых полосах породы от ликвидации последствий горного давления (пучения почвы) и проходки подготовительных выработок. В этом случае реализованы две технологические схемы. По первой схеме порода отбивалась почвоподдирочной машиной типа "Штрек" в почве выработки вслед за проходом лавы. Порода от поддирки подавалась в дробилку комплекса КВПБ и затем при помощи перегружателя поступала в вибрационную закладочную машину и далее по трубопроводу в выработанное пространство лавы у поддерживаемой выработки. По второй технологической схеме порода для закладки поступала от прохождения подготовительной выработки вслед за подвиганием лавы. Отбойка производилась проходческим комбайном типа 4ПП-2М. Порода подавалась в дробилку комплекса и затем аналогично первой технологической схеме в закладочную машину и далее в выработанное пространство лавы у проходимой выработки. По обеим схемам для возведения бутовой полосы концевой участок лавы закреплялся индивидуальной крепью из гидравлических стоек типа ГВТ и металлических шарнирных верхняков типа ВВ2 с металлическим щитом для ограждения зоны закладки. Закладку производили заходками длиной по 0,8 м при ширине закладываемой полосы 14 м. По мере выкладки полос трубопровод рассоединяли и переносили на новый участок, где вновь собирали и монтировали. Участки трубопровода из пластиковых труб соединяли между собой быстроразъемными соединениями.

Отличительной особенностью использования ВПМЦ является адаптация технологических схем ведения закладочных работ к условиям выемки крутых и пологих пластов. Так как шахты с крутым залеганием пластов имеют практически одинаковую подготовку выемочных и шахтных полей, отличие технологических схем будет заключаться в применяемых видах крепи и технологии возведения закладочных массивов. Таких схем можно выделить три и их описание приведено ниже в таблице 2.

Анализом горно-технических условий шахт, разрабатывающих пологие пласты, установлено, что рациональной областью применения ВПМЦ в этих условиях является использование ее при полной или частичной закладке выработанного пространства за лавой и на возведении околострековых бутовых полос. Технология ведения закладочных работ при этом сводится к следующему. Состав с породой от проведения выработок или с поданным в шахту закладочным материалом вывозится на магистральный вентиляционный штрек и подается на разгрузочную яму. Здесь порода попадает на скребковый конвейер, уложенный на дне котлована. По мере разгрузки породы из вагонеток осуществляется "прокачка" породы конвейером вдоль котлована, емкость которого рассчитана на полную разгрузку состава с породой. Порожний состав выводится на основную ветку и направляется к месту загрузки в один из подготовительных забоев. Порода, находящаяся в разгрузочной яме скребковым конвейером подается к перегрузочному пункту, где предусмотрена выборка металлических предметов с помощью магнитного железотделителя. Далее она попадает в дробилку ДО-1. Из-под нее дробленая порода скребковым конвейером подается к загрузочному отсеку вибрационно-пневматической машины типа ВПМЦ, питание которой осуществляется сжатым воздухом, подаваемым от компрессорной. После дробления порода по закладочному трубопроводу сжатым воздухом подается через сборный штрек в очистной забой, лава которого оборудована механизированной крепью Донбасс. К секциям крепи приварены "обратные" консоли, под которыми осуществляется управление закладочным трубопроводом.

Таблица 2. Описание технологических схем ведения закладочных работ с использованием ВПМЦ при отработке крутых пластов

Технологические характеристики	Технология выемки с применением в очистном забое индивидуальной крепи	Технология выемки с применением механизированной крепи	Технология выемки с применением цито-вых агрегатов
Схема подготовки	этажная	этажная	этажная
Назначение закладки	охрана поверхностных объектов, управление кровлей, оставление породы в шахте	охрана поверхностных объектов, управление кровлей, оставление породы в шахте	охрана поверхностных объектов, управление кровлей, оставление породы в шахте
Вид закладки	пневматическая	пневматическая	пневматическая
Кресть очистного забоя	индивидуальная	механизированная	шитовая
Доставка закладочного материала по выработкам	пневматическая	пневматическая	пневматическая
Тип закладочного трубопровода	неразборный, с боковым выпуском материала	неразборный, с боковым выпуском материала	неразборный, с боковым выпуском материала
Способ переноски закладочного трубопровода	ручной	механизированный, ручной	механизированный

В зависимости от применяемого пневмозакладочного трубопровода в лаве могут быть использованы два варианта технологии ведения закладочных работ.

При применении закладочного распределительного пневматического трубопровода типа РПТ-175 конструкции ИГД им. А.А. Скочинского или трубопровода ДонУГИ, перемещаемого совместно с секциями крепи, технология работ по закладке состоит в следующем. После ухода комбайна за полосу закладки (далее 25-30 м) включается закладочная машина ВПМЦ и закладочный материал начинает поступать в выработанное пространство. В трубопроводе открывается дальний от штрека выпуск и порода забивает все пространство под консольный козырек. После заполнения расстояния от крайнего выпуска до предпоследнего крайний выпуск породы закрывается при помощи гидроуправляемого поворотного цилиндра и открывается следующий, расположенный ближе к штреку. Операция повторяется до полного заполнения полосы породой. После этого подается команда на отключение закладочной машины и процесс завершается. После очередного прохода комбайна по лаве крепь перемещается на новую полосу.

При применении секционного закладочного трубопровода с торцевым выпуском по технологии института Днепрогипрошахт вначале трубопровод при помощи лебедки затягивается в собранном виде на всю ширину полосы. Включается пневмозакладочная машина ВПМЦ и породой заполняется участок в 1-2 секции крепи под консольными козырьками. После заполнения этого объема машина выключается, трубопровод на штреке разъединяется, вынимается 1-2 секции его (2-4 м), трубопровод лебедкой вытягивается из-под козырьков на штрек и вновь соединяется. После этого снова включается закладочная машина, породой забиваются очередные 2-4 м и процесс повторяется. После закладки полосы на всю длину и прохода комбайна 2 раза (в обе стороны) секции крепи перемещаются на новую полосу и на освободившемся месте под консольным козырьком при помощи лебедки размещается собранный на штреке трубопровод.

Технология работ в случае использования трубопровода с боковым выпуском более прогрессивна, не требует частых остановок закладочной машины и характеризуется почти полным отсутствием ручных работ. Однако, полнота заполнения выработанного пространства во втором варианте выше за счет торцевого выпуска породы.

УДК 622.283

Б.М. Усаченко, Г.Т. Рубец, В.В. Левит

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЙ НАГРУЗОК НА КРЕПЬ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ, ПРОВОДИМЫХ В РАЗНОПРОЧНЫХ ПОРОДАХ

Виконана статистична оцінка розподілів навантаження на кріплення вертикальних стовбурів, які проводяться по різних технологіях і в породах різної міцності. Виявлено три характерних особливості розподілів навантажень на кріплення, які необхідно враховувати при обґрунтуванні параметрів кріплення і керуванні преським тиском в стовбурах шахт. Табл. 1. Бібліогр.: 5 найм.

Качество проектирования стволов в значительной мере определяется надежностью исходной информации, характеризующей количественно взаимодействие крепи с массивом горных пород. Поскольку такое взаимодействие определяется совокупностью конструктивных параметров самой крепи, механическими характеристиками породного массива и показателем его воздействия на крепь, важно оценить особенности распределения нагрузок на крепь с учетом свойств пород, а также технологии проведения и крепления стволов.

Знание таких статистических закономерностей - важная и необходимая предпосылка расчета параметров крепи и управления надежностью стволов, которая заключается в прогнозировании отказов и правильном выборе средств резервирования (комбинированные способы крепления).

СНиП II-94-80 [1] регламентирует расчет параметров крепи вертикальных стволов на основании определения критерия устойчивости (C) пород вблизи них. По величине критерия выделяются четыре концепции устойчивости пород с его значениями: устойчивые $C < 3$; средне-устойчивые - $3 \leq C < 6$; неустойчивые - $6 \leq C < 10$; очень