

работает как единое целое. При уменьшении размеров целика в меньшей крайней части начинается потеря несущей способности, которая сопровождается относительным его поднятием. При размерах угольного целика меньших $-0,23$ от глубины разработки происходит полная потеря целиком несущей способности и объединение зон сдвижений от выработанных пространств расположенных с разных сторон от угольного целика. При этом происходит относительное поднятие целика, достигающее 100 мм.

Очевидно при условии, что угольный целик будет сплошным его критические размеры, при которых произойдет потеря устойчивости, будут несколько меньшими. Поэтому для предотвращения объединения зон сдвижений двух выработанных пространств можно с достаточной точностью рекомендовать принимать размеры угольного целика $\sim 0,2$ от глубины ведения работ. Это позволит сохранить эффект региональной разгрузки и поддерживать подготавливающие выработки в благоприятных геомеханических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зборщик М.П. Разработка технологий управления вмещающим массивом и устойчивостью основных подготовительных выработок пологих пластов на больших глубинах: Дисс... д-ра. техн. наук 05.15.02. -Донецк, -1983. -445 с.
2. Кузара С.В. Закономерности сдвижений толщи при околтуривании угольного целика //Технологические проблемы разработки минерального сырья в сложных геотехнологических условиях. Тезисы докладов I-й Международной научно-практической конференции. -Тула: ТГУ, 2000. -С.53.
3. Расчёты параметров крепи выработок глубоких шахт /Заславский Ю.З., Зорин А.Н., Черняк И.Л. -К.:Техника,1972. -156 с.

УДК 622.647.7

А.И. Волошин, О.В. Рябцев, Ю.Н. Игнатович,
С.Н. Пономаренко, В.М. Гордиенко, А.А. Волошин

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ВИБРОПНЕВОТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ С ВОЗДУХОДУВНОЙ УСТАНОВКОЙ ВП – 70

Наведені результати експериментальних випробувань роботи вібропневмотранспортної машини безперервної дії при забезпеченні її стислим повітрям від індивідуального джерела – повітродувки ВП – 70. Визначена область раціонального використання таких систем.

Самообеспечение потребностей Украины топливно-энергетическими ресурсами является одной из важнейших проблем стабильности ее экономики. В энергетическом балансе страны добыча угля играет решающую роль, поскольку он составляет 95,4 % от общего количества энергоносителей.

В настоящее время состояние угледобывающей отрасли Украины характеризуется постоянным уменьшением объемов добычи угля и ухудшением его качества.

Учитывая тяжелое состояние экономики государства, вряд ли возможно осуществить в краткие сроки технологический прорыв по многим направлениям угольного производства. Однако, эта работа должна начинаться незамедлительно при строгом отборе первоочередных, перспективных технологий, обещающих быструю отдачу при строгой экономии ресурсов.

Одной из приоритетных отраслевых проблем, направленных на наращивание темпов добычи угля с одновременным повышением его качества, является использование технологии отработки шахтных полей прямым ходом с оставлением

пород в бутовых полосах. Такая технология обладает рядом существенных достоинств. Главным из них является ввод в эксплуатацию очистной выработки практически одновременно с началом ведения подготовительных работ. Это позволяет погашать затраты на проведение, крепление и поддержание горных выработок за счет реализации товарной продукции (угля). Вторым, и не менее важным достоинством данной технологии является тот факт, что вся порода от ведения проходческих работ остается в выработанном пространстве шахт в виде бутовых полос. Это, в свою очередь, позволяет решить ряд важных технологических, социальных и экологических задач, таких как значительное снижение расходов на поддержание и укрепление подготовительных горных выработок, улучшение качества добываемого угля за счет снижения зольности, а так же отсутствие затрат на транспортирование и складирование породы на дневной поверхности. Последнее исключает образование искусственных техногенных ландшафтов в виде терриконов и хвостохранилищ обогатительных фабрик.

Несмотря на преимущества технологических схем отработки шахтных полей прямым ходом, их использование на угольных шахтах Украины до последнего времени сдерживалось из-за отсутствия высокоэффективной техники для ведения закладочных работ.

К настоящему времени ИГТМ НАН Украины создано новое поколение вибропневмотранспортных машин, принципиальная новизна которых заключается в использовании эффекта виброаэродинамического воздействия на транспортируемую горную массу в зоне ее разгона.

В сочетании с оригинальными техническими решениями это позволило создать конструкцию многогабаритной пневмотранспортной машины, обеспечивающей устойчивый режим транспортирования любых видов сыпучих материалов, включая липкие и влажные горные породы. Машины отличаются от существующего пневмотранспортного оборудования простотой конструкции, незначительной массой, высокой мобильностью, низкой стоимостью изготовления и незначительными затратами при эксплуатации.

Использование комплексов оборудования, включающих вибропневмотранспортные машины, позволяет наиболее полно реализовать преимущества технологии отработки шахтных полей прямым ходом с оставлением породы в бутовых полосах.

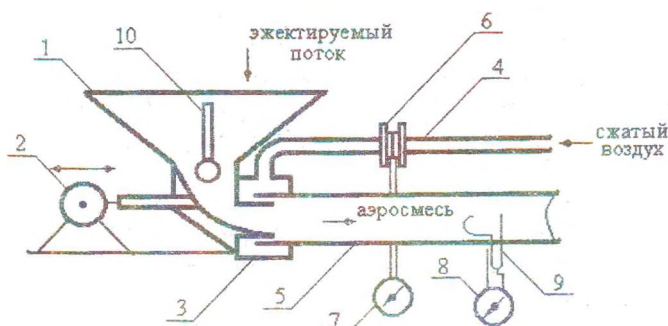
Высокоэффективная работа вибропневмотранспортной машины возможна только при условии надежного обеспечения ее сжатым воздухом (на 1 м³ транспортируемой горной массы необходимо не менее 100 м³ воздуха, приведенного к условиям всасывания).

Результаты проведенных ИГТМ НАН Украины исследований свидетельствуют, что использование для этих целей шахтных штатных пневмосетей практически невозможно из-за их технического состояния, особенно на глубоких горизонтах.

Альтернативным вариантом решения этой технической задачи является использование индивидуальных источников сжатого воздуха. В качестве таких источников могут рассматриваться воздуходушные и компрессорные установки.

Воздуходувные установки по сравнению с компрессорными являются низконапорными, однако обеспечивают требуемые объемные расходы сжатого воздуха для вибропневмотранспортных машин. В связи с тем, что до настоящего времени данные об эффективности работы вибропневмотранспортных при параметрах сжатого воздуха, обеспечиваемых воздуходувными установками, отсутствовали, для определения технологических показателей для таких комплексов оборудования и области их рационального применения были проведены настоящие испытания.

Испытания проводились в условиях шахты 1/3 «Новгородовская» ГХК «Селидовуголь» на рабочей площадке, оборудованной на шахтной поверхности. Принципиальная схема испытательной установки приведена на рис. 1.



1 – загрузочная воронка; 2 – вибропривод; 3 – кольцевой эжектор; 4 – подводящий трубопровод (от ВП – 70); 5 – транспортный трубопровод; 6 – сужающее устройство с диафрагмой; 7, 8 – дифманометры ДСП-17м; 9 – трубка Пито; 10 – анемометр.

Рис. 1 – Принципиальная схема ВПМН.

Объектом испытаний являлась вибропневмозакладочная эжекторная машина ВПМН комплекса КВПБ конструкции ИГТМ НАН Украины. В качестве источника сжатого воздуха использовалась воздуходувная установка ВП – 70 от дробильно-закладочного комплекса «Титан», обеспечивающая согласно технической характеристике производительность до $70 \text{ м}^3/\text{мин}$ и давление воздуха при нагнетании до $0,1 \text{ МПа}$.

Конструктивно ВП – 70 состоит из нагнетателя, привода и защитного кожуха. Принцип действия ВП – 70 заключается в механическом переносе воздуха из камеры всасывания в камеру нагнетания. Этот процесс осуществляется двумя профильными роторами, которые установлены на подшипниковых опорах в корпусе нагнетателя. Роторы имеют круговой профиль и связаны между собой прямозубыми шестернями с одинаковым числом зубьев. Такая конструкция обеспечивает вращение роторов с зазором $0,4 - 0,6 \text{ мм}$ между круговыми профилями.

Для работы с ВП – 70 конструкция виброзакладочной машины ВПМН была доработана. Для исключения потерь сжатого воздуха при его подаче от воздуходувной установки к ВПМН за счет пережима сечения подводящего трубопровода было изготовлено устройство подачи воздуха $D_y = 150 \text{ мм}$ и, соответствен-

но, доработан коллектор машины, позволяющий уменьшить потери воздуха в 2,25 раза.

Испытания проводились по разработанной ранее и апробированной методике определения основных режимных и технологических показателей и параметров работы вибропневмотранспортной машины [1].

Измерение параметров производилось с использованием манометра, дифференциального манометра, анемометра, мерной емкости для горной массы, рулетки и секундомера.

В соответствии с рекомендациями [2,3] необходимое количество повторных замеров каждого показателя для достижения надежности не менее 0,95 составило 6 при величине коэффициента вариации 6 – 10 %.

На первом этапе исследований были определены режимные параметры по сжатому воздуху воздуходувной установки ВП – 70. Рабочее давление имело величину 0,052 МПа, а расход сжатого воздуха – 60 м³/мин.

На втором этапе, при работе вибропневмотранспортной машины в холостом режиме (без горной массы) были выполнены измерения ее режимных параметров и установлены их следующие величины:

- минимальный расход сжатого воздуха на входе в машину (до эжектора), м ³ /мин	60,0
- избыточное давление сжатого воздуха на входе в машину (до эжектора), Мпа	0,052
- максимальный расход воздуха в транспортном трубопроводе, м ³ /мин	90,0
- избыточное давление воздуха в транспортном трубопроводе, Мпа	0,0012
- максимальный расход эжектируемого из атмосферы воздуха, м ³ /мин	30,0

Третий этап испытаний включал измерение технологических показателей работы вибропневмотранспортной машины под нагрузкой (с горной массой). Средний размер куска горной массы, представленной шахтной породой, составлял 50 мм.

Установлены следующие величины измеренных показателей:

- максимальная дальность транспортирования горной массы при прямолинейном транспортном трубопроводе, м	15,0
- максимальная производительность закладочной машины без криволинейного участка, м ³ /ч	15,0
- дальность вылета кусков при ее разгрузке из транспортного трубопровода, м	1,5 – 2,0

Необходимо отметить, что малая величина фактического рабочего давления воздуходувной установки (0,052 МПа), по сравнению с паспортной (0,1 МПа), была следствием изношенности винтовой пары ВП – 70, бывшей в эксплуатации.

В соответствии с достигнутыми при использовании воздуходувной установки результатами работы, вибропневмозакладочный комплекс КВПБ может ис-

пользоваться для решения локальных технологических задач, таких как погашения тупиковых выработок, тампонаж закрепного пространства выработок.

При применении КВПБ для погашения тупиковых выработок загрузка комплекса породой может быть как механизированной (при помощи конвейера), так и осуществляться вручную. Преимуществом погашения выработок данным способом будет то, что выработка будет заполняться породой равномерно по всему объему при хорошей плотности заполнения, что существенно снижает влияние горного давления после обрушения на другие рядом находящиеся выработки, т.к. в районе погашаемой выработки будет образована зона разгрузки. При использовании данной технологии погашения тупиковых выработок создаются хорошие условия для извлечения и повторного использования крепежного материала.

При использовании КВПБ для тампонажа закрепного пространства выработок загрузка комплекса может осуществляться как вручную, так и при помощи конвейера для обеспечения бесперебойной подачи породы в загрузочное устройство закладочной машины. Используя данную технологию тампонажа закрепного пространства выработок, решаются довольно важные технологические задачи, такие как оставление породы в выработанном пространстве, и непосредственно сам тампонаж существенно улучшает состояние горных выработок от вредного влияния горного давления при плотной паковке.

Не исключается так же возможность использования комплекса КВПБ в такой компоновке для погашения косовичков и отработанных сбоек при ведении очистных работ прямым ходом.

Таким образом, рассмотренные выше результаты испытаний позволяют сделать следующие выводы: использование в качестве источника сжатого воздуха низконапорных воздуходувных установок ограничивает область применения вибропневмозакладочного оборудования относительно его основного функционального назначения – оставления горных пород в бутовых полосах при отработке угольных пластов прямым ходом с обеспечением высокой плотности закладочного массива.

Очевидно, что эта задача может быть решена при использовании в качестве индивидуального источника сжатого воздуха компрессорных установок, которые обеспечивают, кроме необходимого расхода сжатого воздуха, требуемые значения его давления (до 0,8 МПа).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потурас В.Н., Волошин А.И., Пономарев Б.В. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. – К.: Наук. думка, 1989. – 245 с.
2. Петров А.С. Основы теории ошибок инженеров. – М.: Госгортехиздат, 1966. – 182 с.
3. Барон Л.И. Горнотехнологическое породоведение. – М.: Наука, 1977. – 324 с.