

ференции "Защита атмосферного воздуха от вредных выбросов ТЭС". Киев, 1996. - С. 224-231.

**УДК 622.273.217.5:693.26.002.8:622.272.332**

В.Г. Перепелица

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ  
УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ, ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО  
ПРОСТРАНСТВА И ОХЛАЖДЕНИЯ  
ВОЗДУХА ГЛУБОКИХ ШАХТ**

Обострение экологически неблагоприятной обстановки в регионах с интенсивной промышленной деятельностью обусловлено в частности, проблемой ликвидации и хранения промышленных отходов. Несмотря на внедрение так называемых безотходных технологий и частичную утилизацию образующихся в ходе производственных процессов побочных продуктов и промышленных отходов, количество подлежащих ликвидации отходов возрастает и будет возрастать. Причиной тому является ужесточение требований к чистоте воздушного бассейна, вод и почв, а также к составу промышленных отходов, подлежащих утилизации.

Основными источниками экологически значимых объемов промышленных отходов являются горнодобывающая, горноперерабатывающая, металлургическая, электроэнергетическая, нефтеперерабатывающая, химическая и другие отрасли народного хозяйства. Удельный вес первых двух по своей величине превышает суммарное значение остальных.

По данным ИПКОН РАН [1] горнодобывающими предприятиями ежегодно складировается на поверхности около 5 млрд.т вскрышных и отвальных пород и примерно 700 млн.т вывозится обогатительными фабриками. Стоимость транспортирования и хранения отходов обогащения в стабильных дореформенных ценах изменилась от 0,3 до 5 руб/м<sup>3</sup>. Характерное изменение этих показателей можно проследить на примере Кривбасса, где в начале эксплуатации горнообогатительных комбинатов удельные капи-

тальные вложения на 1 м<sup>3</sup> вместимости хвостохранилищ составляли 0,30 руб., а себестоимость складирования 1 м<sup>3</sup> - 0,39 руб. В настоящее время они достигают соответственно 0,67 и 1,12 руб. и имеют тенденцию к дальнейшему росту [2,3]. Ухудшение горнотехнических условий добычи, объективно связанное с увеличением глубины разработки и истощением запасов мощных малозольных угольных пластов и рудных тел с высоким содержанием полезных компонентов, обуславливает в перспективе существенный прирост объемов выдаваемых на поверхность пустых пород и вводимых в шламоохранилища хвостов. В результате из сельскохозяйственного оборота будут выведены новые значительные площади плодородных земель, а негативная экологическая обстановка усилится из-за взметывания пыли с образующихся на отвалах пылящих поверхностей.

Наряду со значительным количеством отходов горнопромышленных производств весьма специфичными являются проблемы, связанные с состоянием поверхности и покрывающей толщи пород в районах, где ведется подземная добыча полезных ископаемых. Наличие техногенного ландшафта в этом случае предполагает формирование мульд и воронок сдвижения, провалов, оползней, оврагов, котлованов, заболоченных низин. От подрботки поверхности несет значительный ущерб жилой фонд, промышленные и сельскохозяйственные объекты, другие сооружения. Их приходится охранять и многократно восстанавливать, а в ряде случаев переносить, что требует огромных затрат. Следствием образования техногенных пустот в недрах и связанных с ними подвижек покрывающих пород является также изменение гидрогеологических условий на значительной части прилегающих к шахтным полям территорий. В итоге это проявляется в снижении производительности водозабора, ухудшении условий питания открытых водоемов и рек, нарушении естественного режима влажности почв и грунтов. В связи с развитием угле- и рудодобычи масштабы этих явлений растут, а увеличение глубины разработки значительно расширяет площадь их воздействия на земную поверхность.

При производстве электроэнергии и тепла путем сжигания угля в топках ТЭЦ ежегодно только на Украине образуется 0,9-1,1 млн.т золошлаков, которых уже накопилось более 26 млн.т на 293 га земельных угодий.

Отсутствие должного контроля не позволяет сегодня определить объемы твердых веществ, выносимых дымовыми газами разнопрофильных заводов и фабрик, но они в сумме своей весьма существенны и сопоставимы по величине с объемами промышленных отходов металлургических и нефтеперерабатывающих комбинатов. Отходы последних помимо значительных объемов характеризуются высокой степенью агрессивности, особенно если учитывать затвердевшие отходы переработки пластмасс, отработанные катализаторы, отходы фенольных производств и другие побочные вещества химических превращений и синтеза.

Одновременно с этим актуальным для горнодобывающих предприятий является вопрос закладки выработанного пространства. Причем в связи с ухудшением горнотехнических условий масштабы применения различных вариантов систем разработки с закладкой требуется все более увеличивать [4, 5]. Еще один аспект проблемы заключается в том, что с увеличением разработок повышается температура вмещающих пород и, как следствие, шахтной атмосферы. В настоящее время только в Донецком бассейне 25 шахт ведут работы на глубине свыше 1000 м, перспективные к разработке участки находятся на глубине свыше 800 м. Существенное углубление горных работ происходит в Кузнецком, Карагандинском, Печорском каменноугольных бассейнах. На реально наблюдаемых глубинах порядка 800-1000 м температура вмещающих пород достигает 40 °С. При температурном градиенте 30-40 м/градус вопрос снижения температуры шахтной атмосферы и создания комфортных условий труда становится чрезвычайно актуальным.

В то же время расчеты, выполненные в ИГТМ НАН Украины, показывают, что размещенный в шахте один метр кубический охлажденного до температуры -10 °С материала позволяет охладить от +60 °С до +18 °С 2000 м<sup>3</sup> воздуха.

В связи с этим одним из путей комплексного решения проблемы захоронения отходов промышленных производств и утилизации пустых пород является закладка их в выработанное пространство шахт.

Концептуальная техническая позиция при решении данной проблемы сводится к разработке и созданию высокоэффективных технических средств и технологических решений, позволяющих осуществлять бесперегрузочную доставку брикетированных под воздействием низких температур шаров-брикетов из утилизируемого материала к месту их захоронения и возведения закладочных массивов способами, исключающими загрязнение биосферы в сопоставимые с геологическим масштабом времени сроки.

Такая позиция позволяет комплексно решить три важные задачи межотраслевого уровня:

1) осуществить захоронение перечисленных выше промышленных отходов, включая отходы собственно горнодобывающего и горноперерабатывающего производств;

2) вести закладку выработанного пространства, что в ряде случаев является единственно возможным способом добычи полезного ископаемого и при условии подземного обогащения и оставления пород в шахте единственно возможным способом создания экологически чистого горного производства:

3) путем возведения закладочного массива из охлажденных материалов обеспечить снижение температуры шахтной атмосферы до величин, определяющих комфортные условия труда.

Анализ состояния вопроса показывает, что для успешного осуществления закладочных работ, позволяющих реализовать вышеперечисленные позиции, актуальным является широкое внедрение высокопроизводительных большегрузных пневмозакладочных и пневмотранспортных систем.

Достоинство пневмотранспорта материала заключается, прежде всего, в том, что он является экологически чистым транспортом, а также в простоте применения технологических схем, малогабаритности, мобильности, возможности обеспечения транспортирования по сложным искривленным трассам, непрерывности



транспортирования, возможности создания высокого уровня механизации и автоматизации, простоты, возможности использования пневмотранспортной техники в искро- и взрывобезопасном исполнении, большой кинетической энергии выходящей из транспортного трубопровода азросмеси, необходимой в горном деле для получения плотного закладочного массива, возможности совмещения при пневмотранспортировании таких процессов, как измельчение и смешивание [7].

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, с одной стороны, недостаточной обеспеченностью возросших технологических требований по производительности, дальности транспортирования и надежности, с другой стороны, - недооценкой роли теории многофазных потоков и потому 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 имеют ряд недостатков, главными из которых являются большая энергоемкость процессов 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.

В ИГТМ НАН Украины разработана и на стадии экспериментального образца испытана высокоэффективная малогабаритная вибрационно-пневматическая машина циклического действия

(ВПМЦ) с дальностью транспортирования 2,-5-3,0 км при производительности 100 м<sup>3</sup>/ч и уменьшенных (относительно ДЗМ-2) энергозатратах. Отличительная особенность машины - 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 раза. Область применения таких машин - полная закладка выработанного пространства на крутых пологих угольных пластах различной мощности. Направление дальнейших исследований - доводка конструкции машины и ее освоение в упрощенных (по сравнению с существующими) технологических схемах закладочных работ. В разрабатываемых схемах ведения закладочных работ планируется увеличение скорости возведения закладочного пространства массива в 1,5-2 раза, реализуемые благодаря увеличению шага заполнения до 20 м при ширине закладочной полосы до 2,5 м. Достижение таких показателей осуществляется за счет использования особенностей факела вылета материала из трубопровода при применении ВПМЦ. Предусматриваются также очистка и отвод обратного потока воздушной струи из выработанного пространства на исходную струю.

Для механизации чрезвычайно трудоемких работ по укреплению и ремонту горных выработок, а также по транспортированию пустых пород при возведении бутовых полос, создан и испытан экспериментальный образец комплекса для доставки пород в бутовые полосы (КВПБ). Комплекс включает узел дробления, перегрузочный узел и эжекторную вибрационно-пневматическую машину непрерывного действия. В последней также использован эффект совместного воздействия на транспортируемый материал энергии сжатого воздуха и направленной вибрации, благодаря чему достигается непрерывная загрузка и транспортирование всех (включая кусковые, липкие и влажные) видов сыпучих материалов

на расстояние до 100 м при производительности до 60 м<sup>3</sup>/ч. Компоновка узлов КВПБ и ВПМЦ обеспечивает их использование в стесненных условиях горных выработок, а исполнение предусматривает искровзрывозащищенность.

Для совмещения процессов добычи и закладки и сокращения времени на монтаж и демонтаж забойного распределительного трубопровода в ИГТМ НАН Украины разработана принципиальная схема вибрационно-пневматической камерной машины циклического действия с двухсторонним транспортированием закладочного материала. Особенностью машины является наличие симметрично расположенных вибропроводов и транспортных трубопроводов. Система пневмокранов позволяет изменить направление подачи сжатого воздуха и подавать закладочный материал в зависимости от технологической необходимости. Выработанное пространство при этом разделяется непроницаемой перегородкой на две равные части и последовательно закладывается по двум независимо наращиваемым и сокращаемым трубопроводам, причем по мере возведения закладочного массива в процессе перемонтажа секций одного забойного трубопровода закладку производят по другому забойному, и, наоборот. Новые конструктивные решения реверсируемой ВПМЦ в совокупности и технологическими особенностями ее применения позволяют вдвое увеличить скорость возведения закладочного массива путем совмещения необходимых операций и увеличить нагрузку на очистной забой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стариков А.В. Комплексное освоение угольных месторождений. - М.: Наука, 1990. - 184 с.
2. Бовин А.А., Бовина И.А. Использование выработанного пространства для размещения отходов горнодобывающих предприятий. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. № 1, 1989. - С. 123-135.

3. Филиппов Н.Ф., Черненко А.Р. Комплексное использование добытой горной массы - основа деятельности горнодобывающих предприятий. Горный журнал. № 11, 1991. - С. 3-7.

4. Крупник Л.А. Перспективы развития технологии закладочных работ при подземной разработке руд. Цветная металлургия. № 6, 1990. - С. 26-28.

5. Целостная концепция создания высокопроизводительной, экологически чистой автоматизированной угольной шахты глубокого заложения. МУП СССР, ИГД им. А.А. Скочинского, ДонГИПРОШАХТ, Госкомстат СССР по народному образованию, МГИ. - М.: 1990. - 76 с.

6. Проектирование и эксплуатация шахтных систем кондиционирования воздуха / Цейтлин Ю.А., Абрамова Т.Г., Могильный В.И. и др. - М.: Недра, 1983. - 261 с.

7. Потураев В.Н., Волошин А.И., Пономарев В.В. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. - Киев: Наук. думка, 1989. - 252 с.

**УДК 622.271**

В.П. Мартыненко

### **ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДРОБИЛЬНО-КОНВЕЙЕРНОГО КОМПЛЕКСА НА ПОЛТАВСКОМ ГОКе**

Особенность Полтавского ГОКа заключается в том, что он создан на базе одного мощного карьера, проектная производительность которого 34 млн.т руды и 24 млн.м<sup>3</sup> вскрыши, что в сумме составляет более 100 млн.т горной массы в год. В этой связи насыщенность карьера оборудованием очень высокая.

Теорией и практикой доказано, что при глубине карьера свыше 300 м практически невозможно обеспечить эффективную и экономичную работу карьера традиционными видами транспорта - автомобильным и железнодорожным или их комбинацией.

Многие мощные железорудные карьеры Украины решение этой проблемы осуществляли за счет внедрения циклично-