

ФОРМИРОВАНИЕ МАССИВА ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАКЛАДКЕ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА СУХОЙ СЫПУЧЕЙ И БРИКЕТИРОВАННОЙ ОХЛАЖДЕННОЙ ПРОКЛАДКОЙ

Викладено механізм формування масиву при комплексному закладанні виробленого простору сухим сипким і охолодженим брикетованим матеріалом. Показані способи формування суцільного закладального масиву із смуг брикетованого і сипкого матеріалу, розташованих паралельно лінії очисного вибою і перпендикулярно їй при різній ступені повноти заповнення порожин. Показані шляхи подальшого розвитку способів брикетованої закладки виробленого простору охолодженою поразою, ідея якої полягає у використанні можливості виготовлення брикетів заданого складу і вологості, матеріал яких після розглядання здібен утворювати масив з необхідними фізико-механічними властивостями.

Необходимость закладки выработанного пространства убедительно доказана как с позиции управления горным давлением [1,2], так и с экономической и экологической точек зрения [3-5]. В работах [6,7] изложены концептуальный подход и описана технология использования закладки для комплексного решения трех важных задач горного дела:

- утилизация пустых пород;
- закладка выработанного пространства;
- охлаждения воздуха глубоких шахт.

Не останавливаясь на изложенных ранее в работе [7] особенностях подготовки и доставки закладочного материала, в настоящей статье более подробно освещен механизм формирования массива при комплексном заполнении выработанного пространства брикетированным и сыпучим материалом.

Технологическое объединение процессов закладки выработанного пространства брикетированным и сыпучим материалом позволяет одновременно обеспечить требуемый коэффициент заполнения и заданный градиент снижения температуры в горных выработках. Применение комплексного способа заполнения выработанного пространства сыпучим и брикетированным материалом обусловлено соображениями экономической целесообразности и технологической достаточности.

Первое объясняется тем, что современное состояние холодильной промышленности позволяет реализовать брикетированную закладку с формированием низкотемпературных породных брикетов при достаточно высоких энергетических затратах. Поэтому брикетирование всего закладываемого в выработанное пространство объема породы может явиться причиной снижения экономической эффективности способа. Хотя в условиях глубоких шахт, когда традиционные системы кондиционирования, несмотря на высокую энергоемкость, оказываются технически несостоятельными, применение способа брикетированной закладки для решения задач заполнения всего выработанного пространства и улучшения шахтного микроклимата является экономически выгодным, что подтверждено расчетами [8].

Под технологической достаточностью понимается необходимость ввода в выработанное пространство определенного хладопотребностью конкретного участка количества охлажденной породы для обеспечения заданного градиента снижения температуры.

При пологом залегании пластов в лавах различают следующие способы возведения закладочного массива: а) способы формирования сплошного закладочного массива с чередующимися полосами из сыпучего и брикетированного материала параллельно линии очистного забоя и б) способы возведения полос из брикетированного материала перпендикулярно линии очистного забоя на полную длину лавы по всей ее ширине. В последнем случае пространство между брикетированными полосами может не заполняться сыпучей породой.

Формирование сплошного закладочного массива с чередующимися полосами из сыпучего и брикетированного материала параллельно линии очистного забоя осуществляется следующим образом. Возведение полосы из брикетированного материала совмещается с обратным ходом комбайна от конвейерного штрека к вентиляционному и производится в такой последовательности: отход комбайна на величину примерно одной секции закладочного трубопровода, закладка выработанного пространства брикетами, движение на длину другой секции с одновременной закладкой. По мере заполнения выработанного пространства секции крепи, размещенные против последней секции закладочного трубопровода, перемещаются к забою на расстояние, равное ширине двух полос прохода комбайна, а сама секция отсоединяется от остального трубопровода и вместе с крепью подается на забой. Закладка продолжается из следующей трубы под очередные секции крепи и так далее до вентиляционного штрека. После закладки всей полосы комбайн начинает движение от вентиляционного штрека к конвейерному уже без закладки, после чего во время обратного хода комбайна отсыпается полоса сыпучего материала. Для этого пневмотранспортный трубопровод переключается на пневмозакладочную машину ВПМЦ, расположенную у аккумулирующего бункера, отстоящего от места возведения полосы на расстоянии не более 2,5 км. Порядок выполнения работ в этом случае 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 на участок под 1...2 секциями крепи, расположенными на дальнем краю лавы. После заполнения этого объема машина выключается, трубопровод разъединяется и часть его, расположенная на заложенном участке, вместе с секциями крепи подается на забой.

После этого вновь включается закладочная машина, породой забиваются очередные 2...4 метра и процесс повторяется. После закладки полосы на всю длину и прохода комбайна два раза (в обе стороны) секции крепи оказываются все перемещенные на новую полосу и трубопровод вновь смонтирован на всю длину. Перед переключением трубопровода на общую сеть системы брикетного пневмотранспорта осуществляется его обязательная продувка с

целью очистки от осевших частиц сыпучего материала, после чего вновь реализуется процесс выкладки полосы брикетированным материалом. Таким образом, чередуя полосы брикетированной закладки и сыпучего материала, осуществляется полное заполнение выработанного пространства лавы полосами, параллельными линиями очистного забоя.

При возведении полосы из брикетированного материала перпендикулярно линии очистного забоя осуществляется следующий порядок работ. В начале подготавливается выработанное пространство, для чего по контуру каждой из полос на ширину шага закладки устанавливается ограждение, расстояние между элементами которого не превышает диаметр брикетов. В качестве материала для ограждения могут быть использованы лес, металл, сеть на каркасе, железобетонная затяжка, стеклопластиковые элементы. Возведение полосы в этом случае также совмещается с обратным ходом комбайна от конвейерного штрека к вентиляционному и производится в такой последовательности: отход комбайна на величину примерно одной секции закладочного трубопровода, закладка выработанного пространства в контуре выгороженной полосы, движение вдоль забоя без закладки на расстояние до следующей полосы, закладка выработанного пространства в контуре следующей полосы и так далее до конца лавы. По мере заполнения полос секции крепи, размещенные против последней секции закладочного трубопровода, перемещаются к забою на расстояние, равное ширине двух полос прохода комбайна, а сама секция отсоединяется от трубопровода и вместе с крепью подается на забой. После закладки всех оконтурированных участков возводимых полос комбайн начинает движение от вентиляционного штрека к конвейерному. В это время осуществляется установка ограждения на освободившемся участке. Контур возводимой полосы, формируемой ограждением, трассируется перпендикулярно линии очистного забоя. Во время обратного хода комбайна процесс заполнения выгороженных полос повторяется и так до окончания отработки всей лавы. В итоге в выработанном пространстве формируются полосы на полную длину лавы и по всей ее ширине, расположенные периодически по пространству лавы перпендикулярно линии ее очистного забоя.

Параметры полос, их количество в пределах одной лавы и расстояние между полосами определяется известными геомеханическими расчетными способами исходя из условия обеспечения надежного поддержания кровли пласта. Пространство между полосами в этом случае не закладывается, что обеспечивает интенсивный теплообмен между воздухом и охлажденным закладочным массивом.

Указанный способ возведения закладочного массива из охлажденного брикетированного материала, укладываемого в полосы перпендикулярно линии очистного забоя на полную длину лавы по всей ее ширине, защищен патентом Украины [9].

При разработке комплексного способа закладки выработанного пространства сыпучими и брикетированным материалом в условиях

крутонаклонных и крутых пластов использован подход, описанный в работе [2].

Процесс заполнения выработанного пространства брикетированной закладкой в виде охлажденных шаров – брикетов как для крутых, так и для пологих пластов, имеет свои особенности, связанные со спецификой систем упаковки сферических тел. В соответствии с [10] различают кубическую рыхлую, кубическую центрированную и тетраэдрическую, или кубическую плотную системы упаковки шарообразных брикетов. Плотность упаковки в каждом из случаев характеризуется расчетными показателями Релея (δ_r) и Максвелла (δ_m). Расчетные величины названных характеристик приведены в таблице.

Таблица - Сравнение расчетных данных Релея и Максвелла для систем различной упаковки сферических тел

Вид упаковки	$(\delta_m)/(\delta_r)$	Объемное содержание
Кубическая рыхлая	0,923/1,36	0,524
Кубическая центрированная	0,928/1,11	0,680
Кубическая плотная	0,968/1,11	0,74

Как видно из табличных данных, наибольшая плотность массива достигается при плотной кубической упаковке брикетов, предполагающей его послойное формирование с расположением центров брикетов каждого последующего слоя между центрами брикетов нижележащего слоя.

Такой порядок формирования закладочного массива, как обеспечивающий наиболее плотную упаковку брикетов, может быть реализован с помощью разработанного способа, защищенного патентом Украины [11]. В указанном способе осуществляется предварительная отсыпка на каждый нижележащий горизонтальный слой подушки из сыпучего закладочного материала, высота которой меньше диаметра брикетов, и последующая укладка на подушку из сыпучего материала вышележащего горизонтального слоя из замороженных шаров – брикетов. При этом обеспечивается заполнение сыпучим материалом пустот между брикетами в слое и между слоями, что позволяет повысить коэффициент заполнения выработанного пространства с 0,74 (для кубической плотной упаковки сферических тел) до требуемых 0,8...0,85.

Формируется плотный закладочный массив из утилизируемых пород в виде замороженных шарообразных брикетов, уложенных на предварительно отсыпанную подушку из сыпучего закладочного материала и одновременно с этим реализуется процесс снижения температуры воздуха очистных забоев за счет его охлаждения низкотемпературными брикетами, предохраняемыми от быстрого размораживания подушками из сыпучего закладочного материала. Как уже указывалось, толщина отсылаемой подушки не должна превышать диаметр брикетов, что обеспечивает устойчивость всего закладочного массива. При этом происходит равномерное и постепенное охлаждение температуры шахтной атмосферы закладочным материалом.

Способ брикетированной закладки выработанного пространства имеет, к тому же, потенциальную возможность дальнейшего увеличения плотности закладочного массива и коэффициента заполнения выработанного пространства.

Предпосылками для использования такой возможности является разработанный на основании [12] подход, предполагающий введение в закладочный материал расширяющихся составов, реализующих процесс расширения брикетов в области положительных температур. В этом случае формирование шарообразных брикетов из расширяющихся материалов их замораживанием и подача холодного воздуха в транспортный трубопровод позволяют использовать пониженную температуру в качестве ингибитора процесса набухания брикета до окончания его транспортирования по трубопроводу. Регулируя температуру воздуха во время транспортировки внутри трубопровода, поддерживается заданный тепловой режим, исключаяющий процесс разупрочнения брикетов до окончания транспортировки. Таким образом, достигается беспрепятственная доставка закладочного материала к месту возведения закладочного массива. После выхода из транспортного трубопровода брикеты поступают в выработанное пространство, где укладываются соответствующим образом в зависимости от принятого способа возведения закладочного массива. Здесь же они попадают в область положительной температуры, которая, являясь катализатором, способствует размораживанию брикета, в результате чего материал брикетов расширяется, уплотняется и затвердевает, формируя закладочный массив. Для широкого класса задач, решаемых с помощью закладки выработанного пространства, последний момент является наиболее важным, поскольку позволяет приблизить плотностные и прочностные характеристики закладочного массива к свойствам породного. Этому способствует возможность приготовления брикетов заданного состава и влажности, материал которых после размораживания способен образовывать массив с заданными физико-механическими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков В.Е. О выборе способа закладки выработанного пространства при оставлении породы в шахтах Донбасса // Уголь Украины. - 1991. - №7. - С. 29 - 34.
2. Кузьменко А.М. Геомеханическое обоснование технологии подземных горных работ в динамических полях напряжений породного массива : Дис... докт.техн.наук. - Днепропетровск, 1996. - 358 с.
3. Якоби Х., Грюн Э., Хофман В. Задачи управления охраной окружающей среды в каменноугольной промышленности // Глюкауф. - 1992. - №4. - С. 6-11.
4. Кун М. Закладка необходима // Бергбау, 1979. №10. - С. 571 - 574. Перевод ДонУГИ.
5. Гаффни М. Размещение выработанной породы в шахте - может ли оно быть эффективным? // Coal Mining and Progressing. - 1983. - №1. - С. 56-59. Перевод ДонУГИ.
6. Потураев В.Н., Волошин А.Н., Перепелица В.Г. К концепции создания экологически чистых технологий при разработке глубоких шахт // Уголь Украины. - 1994. - №2. - С. 3-4.
7. Перепелица В.Г. Снижение температуры воздуха глубоких шахт путем закладки выработанного пространства охлажденным брикетированным материалом // Геотехническая механика. - Днепропетровск, 1997. - Вып. 3. - С.104-109.

8. Исходные данные и технологический регламент для создания комплексного способа закладки выработанного пространства и нормализации температуры воздуха глубоких шахт путем использования охлажденных шаров-брикетов. Утв. МУИ Украины 12.03.1998г. - Днепропетровск. - 1998.

9. Патент Украины №25224А. Способ подготовки и доставки брикетированного закладочного материала. Патентообладатель - Институт геотехнической механики НАН Украины. Авт. В.Г. Перепелица. - 07.1997.

10. Чудковский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов. - М.: Гос. изд-во физ-мат. литературы, 1962. - 55с.

11. Патент Украины №25223А. Способ закладки выработанного пространства. Патентообладатель - Институт геотехнической механики НАН Украины. Авт. А.И.Волошин, В.Г.Перепелица, В.Н.Погурев. - 07.1997.

12. А.с. СССР № 1580027. Состав твердеющей закладки / Ефремов Э.И., Ищенко К.С., Ренка В.В., Харитонов В.Н. и др. Заявл. 30.11.1987. Опубл. 23.07.1990. Бюл. № 27.

УДК 622.74:621.54

Ю.И. Булава

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АЭРОГИДРООБЕСШЛАМЛИВАТЕЛЯ АГО-1,5-2000

Викладено результати впливу основних технологічних і конструктивних параметрів на ефективність збешламування, на підставі яких розроблено режимну карту роботи аерогідрозбешламувача АГО-1,5-2000.

Аэрогидрообесшламливатель АГО-1,5-2000 используется для обесшламливания мелкого-машинного класса перед отсадочными машинами. В нем, в отличие от конусного грохота ГК1,5, применяемого для аналогичных целей, для интенсификации шламоотделения применяется аэродинамическое воздействие на обрабатываемый материал [1].

С целью разработки режимной карты, в условиях ЦОФ "Октябрьская" и ЦОФ "Павлоградская" были выполнены исследования по определению влияния основных технологических и конструктивных параметров аэрогидрообесшламливателя на извлечение подситного продукта.

Основными технологическими параметрами АГО-1,5-2000 являются расход и давление воздуха, а также нагрузка по пульпе.

На рис.1 [1] приведена зависимость I извлечения класса $0...1,0$ мм в подситный продукт от расхода воздуха. Исследования выполнялись при нагрузке по твердому $100...120$ т/ч, нагрузке по пульпе порядка 250 м³/ч, содержании твердого в исходном $400...450$ г/л и давлении $0,04$ МПа. Подача воздуха регулировалась задвижкой, а его расход определялся расчетным методом по скорости истечения.

Из анализа рис. 1 следует, что при указанных условиях работы АГО-1,5-2000 наибольшее извлечение класса -1 мм ($69,2$ %) имеет место при расходе воздуха 1670 м³/ч. Указанная зависимость имеет явно выраженный экстремальный характер, на основании которого можно сделать вывод, что оптимальное значение расхода воздуха находится в пределах $1500...2000$ м³/ч.