

3) изменяемой компоновкой для использования при механизации процессов трех разновидностей анкерования.

Технический уровень устройства УНК соответствует мировому уровню развития данного вида техники. Состояние разработки:

1. Разработана конструкторская документация опытного образца.

2. Разработан и утвержден объединенный эксплуатационный документ-инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию с инструкцией по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия на месте его применения (по ГОСТ 2.601-68) – УНК.000ИЭ.

3. Разработана и утверждена программа и методика испытаний опытного образца – УНК.000ПМ.

4. Выполнены подготовительные работы по заводскому изготовлению устройства.

Разработанные навесные устройства на комбайн 4ПП-2М соответствуют прогрессивным тенденциям в создании аналогичной техники и их можно рассматривать как средства, которые могут существенно повысить эффективность технологических процессов анкерования выработок с комбайновыми забоями. Шахтные испытания отдельных образцов показали их высокую работоспособность и надежность.

УДК 622.831

А.М. Кузьменко

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛОТНОГО ЗАКЛАДОЧНОГО МАССИВА НА КРУТЫХ ПЛАСТАХ ПРИ СУХОЙ ЗАКЛАДКЕ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА

Викладено результати моделювання механізму одержання закладного масиву підвищеної щільності на крутих пластах за новою технологією розподілу виробленого простору очисного вибою огорожуючими елементами на частини за простяганням та падінням пласта.

Іл.: 1.

На крутих пластах Центрального району Донбасса выбор способа закладки выработанного пространства очистных забоев определяется по максимально-допустимым деформациям земной поверхности, которые изложены в природоохранном руководстве. Решение задач по снижению эффекта геодинамической активности породного массива в сочетании с экологическими проблемами возможно на базе применения сухой закладки выработанного пространства. Она обладает более широким набором положительных качеств технологического характе-

ра и отличается дешевизной, безопасностью возведения закладочного массива по сравнению с гидравлической закладкой, а также удовлетворяет санитарно-гигиенические нормы. Сухая закладка выработанного пространства позволяет регулировать петрографический состав закладочного массива, что очень важно при его возведении в зонах геодинамической активности породного массива.

Среди множества факторов, влияющих на специфику формирования закладочного массива при крутом падении пластов, предпочтение отдается гранулометрическому составу закладочного материала. Он оказывает непосредственное влияние на достижение первоначальной плотности закладочного массива. В дальнейшем гранулометрический состав определяет величину усадки закладочного массива и его пригодность для достижения поставленной цели.

На тонких крутых угольных пластах важным условием в формировании закладочного массива является полнота заполнения выработанного пространства закладочным материалом. Текучесть закладочного материала зависит от гранулометрического состава и кинематической устойчивости при расклинивании частиц между неподвижными поверхностями. Кинематическая устойчивость частиц нарушается при числе их более трех. Текучесть закладочного материала становится удовлетворительной при отношении $m' > 3 \dots 5d_{max}$, где m' - минимальное расстояние по нормали между поверхностями почвы и кровли пласта в выработанном пространстве; d_{max} - максимальный размер частицы закладочного материала. Исходя из этого условия следует, что максимальный размер частицы закладочного материала составит 100...120 мм.

Уплотнение закладочного массива в выработанном пространстве происходит в несколько этапов. В начале при засыпке выработанного пространства закладочный массив уплотняется за счет кинетической энергии частиц закладочного материала. В дальнейшем его уплотнение происходит под воздействием сил гравитации и величины давления от сближения боковых пород. Первоначальный этап во многом определяет характер и время дальнейшего протекания процесса уплотнения. Перепад высот в закладочном массиве составляет 100...120 м. Следовательно, и первоначальная плотность закладочного массива по высоте этажа будет различной.

При сухой закладке массив располагается под углом естественно-го откоса и его величина зависит от стесненности пространства и угла падения угольного пласта. На крутых и крутонаклонных пластах закладочный материал подают в выработанное пространство с верх-

ней точки, т.е. от вентиляционного штрека. За счет большого значения угла падения пласта, чем угол естественного откоса закладочного материала, происходит расширение (растекание) потока. Угол растекания закладочного массива в выработанном пространстве определяется по теореме синусов.

Придание формы закладочному массиву осуществляется путем установки искусственных ограждений, как по падению, так и простиранию пласта. Ограждение, как правило, повторяет форму очистного забоя. Всякие отклонения формы возводимого закладочного массива от угла внутреннего трения приводят к давлению части массива на ограждающие плоскости. Краевая его часть исполняет роль клина между массивом и боковым ограждением через нагрузку со стороны боковых пород.

Исходя из физической сущности формирования закладочного массива на тонких крутых угольных пластах при применении индивидуальной крепи принципиальные положения, определяющие технологию закладки, заключаются в следующем:

- управление потоком закладочного материала в выработанном пространстве очистного забоя;
- достижение максимальной сыпучести закладочного материала на стадии заполнения выработанного пространства;
- создание плотности закладочного массива, незначительно отличающейся по площади его возведения;
- разделение вмещающих пород по падению на предельные пролеты путем формирования податливых опор, располагаемых по простиранию;
- безопасность ведения очистных работ с закладкой выработанного пространства;
- решение вопроса управления массивом горных пород объемом закладочного материала, который производится в шахте при проведении и ремонте горных выработок;
- экономия лесоматериалов и достижение технологического и экономического эффекта при разработке пластов с закладкой.

В условиях крутых и крутонаклонных пластов необходимо разделять слои вмещающих пород на предельные пролеты по падению и простиранию. Тем самым в выработанном пространстве создаются ячейки, разделенные друг от друга полосами из закладочного массива. Поверхность вмещающих пород в ячейке заземлена по контуру сотами, которые выступают в роли податливых опор.

Формирование закладочного массива с ячеисто-сотовой структурой реализуется при помощи устройства П-образной формы, которая может изменяться на шатрообразную, треугольную и др. Устройство возводится из деревянных элементов, искусственных блоков из различных материалов. Верхний элемент такого устройства служит полком, как для удержания закладочного материала, так и для его распределения в процессе закладки.

Ограждающие устройства располагают в шахматном порядке по площади выработанного пространства. По падению пласта расстояние между устройствами принимается с учетом угла естественного откоса закладочного материала и условия обеспечения контакта возводимой полосы с возведенной в предыдущем цикле закладки.

Учитывая все обстоятельства сложности аналитических и шахтных исследований взаимодействия элементов крепи и ограждающих устройств с закладочным массивом на всех стадиях его формирования, наиболее наглядным и приемлемым остается лабораторный экспериментальный метод - моделирование.

Подвижность закладочного массива определяется гранулометрическим составом, плотностью и влажностью закладочного массива. Моделирование осуществлялось при геометрическом масштабе 1:10, влажности закладочного материала до 20% и температуре воздуха $t^{\circ}\text{C} = 24...26$. Соотношение между группами фракциями частиц закладочного материала составляло соответственно: 1...3,5 мм и 3,6...5,0 мм - 20%, 5,1...7,0 мм - 40%, 7,1...10 мм и 10,1...12 мм - 10%. При мощность стенда 80 мм шаг установки обтекаемых ограждающих устройств в выработанном пространстве принят 270 мм по простиранию и с растяжкой по восстанию на 36 мм

Положение наклона распределительного полка ограждающего устройства моделировалось при углах $\psi = 45^{\circ}$ и 90° , а также при угле ψ равным углу отскока частиц закладочного материала от удара об отшивку. Угол падения пласта (α) моделировался углом наклона стенда и составлял соответственно - $45,50,55,60,65$ и 70° . Плотность закладочного массива определялась после окончания процесса заполнения выработанного пространства и при горизонтальном положении стенда путем вдавливания в него специальной трехсекционной вставки. После этого закладочный материал извлекался и взвешивался при постоянном объеме заполнения.

На рис.1 приведены изохромы распределения плотности закладочного вокруг ограждающего устройства.

2. Плотность закладочного массива, расположенного над полком ограждающего устройства, величина переменная и ее вариация составляет 3...7%. Это зависит от угла падения пласта. Граничная часть породной подушки обладает большей плотностью по отношению к остальному массиву. Эта часть подвергается динамическим нагрузкам со стороны потока закладочного материала и уплотняется под их действием.

3. Распределение плотности по площади закладочного массива позволяет сделать заключение, что при частичной закладке выработанного пространства с обтекаемыми оградительными устройствами создается плотный скелет по осевым линиям, образуя в плоскости пласта ячеисто-сотовую структуру.

4. Плотность закладочного массива в горизонтальной полосе больше на 5...7%, чем в вертикальной полосе, расположенной под ней и на 15...20%, чем в вертикальной полосе, расположенной над ней. Разница в значении зависит от угла падения пласта. Создание плотного массива в горизонтальной полосе, объясняется спокойным характером (скатыванием закладочного материала) заполнения выработанного пространства потоком закладочного материала и уплотнение им с разных сторон ранее уложенного массива.

Аналогичное распределение плотности отмечено и при расположении полка перпендикулярно к линии падения с той лишь разницей, что плотность закладочного массива, расположенного над полком больше на 7...10%, чем при наклоне полка под углом 45° . Массив обладает большей плотностью на 3...7% на контакте поверхностей скатывания движущегося потока закладочного материала (рис.1,б).

При возведении частичной закладки полосами по падению с наклонной частью, расположенной под углом отскока закладочного материала, плотность закладочного массива по середине наклонной полосы составляет $1,58 \text{ г/см}^3$, и соответственно $1,52 \text{ г/см}^3$ и $1,39 \text{ г/см}^3$ со стороны лежащего и висячего стенок ограждения (рис.1,в). В вертикальной полосе, расположенной ниже наклонной, распределение плотности по тем же точкам составило $1,51 \text{ г/см}^3$, $1,42 \text{ г/см}^3$ и $1,3 \text{ г/см}^3$. Распределение плотности по ширине полосы закладки показывает, что более плотный массив создается у стенки со стороны выработанного пространства, то есть в месте движущегося потока и убывает в сторону его растекания по ширине полосы. Следовательно, более плотный массив удален от забоя. Разница в плотности составляет 14% в сторону забоя и 6% в сторону выработанного пространства от середины.

На изменение плотности закладочного массива влияет угол падения пласта. Плотность возрастает с увеличением угла падения пласта независимо от способа отсыпки по падению и под углом к нему. Сохраняется общая тенденция к повышению плотности закладочного массива при направленном движении потока закладочного материала. Приращение плотности на 5...7% происходит в интервале углов от 45 до 55° и от 65 до 70°. При изменении угла падения от 50 до 70° плотность увеличивается на 7...10%. Разница в плотности от гравитации, т.е. от перепада высоты достигла 15...20%. Этот показатель относится к закладочному массиву, находящемуся в вертикальной полосе.

По результатам исследований следует вывод, что оставление в выработанном пространстве обтекаемых закладочным материалом ограждающих устройств способствует формированию закладочного массива по площади пласта повышенной плотности. При этом в нем образуется силовой несущий каркас, который воспринимает нагрузки в процессе формирования закладочного массива.

С экологической позиции повышение плотности закладочного массива способствует размещению в выработанном пространстве большого объема пустых пород и снижению величины деформации породного массива. Создается возможность комбинированного способа закладки выработанного пространства в сочетании с отходами горного производства и других сфер жизнедеятельности человека, осуществляя их захоронение в ячейках между несущим скелетом из дробленых шахтных пород.

УДК 534.232:622.236.25

В.Л. Приходченко, С.Д. Приходченко

АКУСТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Наведені результати досліджень процесу навантажень та деформування зразків гірських порід методами акустичної та електромагнітної емісії. Виявлена поведінка амплітуд сигналів на різних стадіях навантажень зразків.

Как известно, исследования напряженного состояния горных пород во временном режиме можно проводить методами регистрации сигналов пассивной акустической и электромагнитной эмиссии. Если природа возникновения акустической эмиссии (АЭ) достаточно под-