УДК 622.831.32

Г.И.КОРШУНОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)
В.А.ЗУЕВ
Воркутинский горный институт, филиал Санкт-Петербургского государственного горного института (технического университета)

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ ГОРНОГО МАССИВА ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНОГО ПОЛОГОГО УДАРООПАСНОГО ПЛАСТА

Изложена сущность одного из способов управления состоянием горного массива на примере отработки пласта Мощного Воркутского месторождения длинным очистным забоем. Сделаны выводы о возможности отработки удароопасных пластов пологонаклонного залегания при повышенной скорости подвигания с применением этого способа.

The article features one of the methods to control massif conditions on the example of continuons mining the Moshny seam (Vorkuta coal deposit). The conclusion is made that it is possible to use this method while mining flat seams liable to rock bursts with a higher advance rate.

Изучение механических свойств горного массива Воркутского месторождения показало, что с ростом глубины разработки от 300 до 1000 м прочность горных пород независимо от литологического состава возросла более чем в 2 раза, достигнув 60-120 МПа. Мульдовая часть месторождения находится в настоящее время в сложном напряженно-деформированном состоянии (НДС). В окрестности очистных и подготовительных выработок, наряду с вертикальными напряжениями, породы находятся под воздействием горизонтальных напряжений. Впереди опорной зоны лав формируются зоны повышенных напряжений, в которых горизонтальные и вертикальные напряжения составляют соответственно $(0,6\text{-}2,0)\gamma H$ и $(1,0\text{-}1,8)\gamma H$, а в зонах влияния тектонических нарушений $(2,4\text{-}4,8)\gamma H$. Зона опорного давления на пласте Мощном или зона пригрузки впереди очистного забоя состоит из двух участков: один из них характеризуется проявлением преобладающих по величине горизонтальных напряжений, до $(6\text{-}7)\gamma H$, второй, примыкающий к очистному забою, – проявлением преобладающих вертикальных напряжений, до $(4\div5)\gamma H$.

Анализ публикаций о влиянии повышенной скорости подвигания очистных забоев (до 29-30 м/сут) на динамику проявления горного давления свидетельствует об уменьшении в этом случае зоны отжима (защитной зоны), об увеличении шага обрушения основной кровли и возможном проявлении динамического характера вторичных осадок.

Одним из направлений по предупреждению удароопасности краевой части очистного забоя является повышение деформационных свойств пласта. В Воркутинском филиале Санкт-Петербургского горного института была разработана технология борьбы с динамическими явлениями (горными ударами), основывающаяся на направленном изменении физико-механических свойств горного массива через предварительно пробуренные скважины с расположенными в них на контакте крепких пород почвы со слабыми прослойками зарядами ВВ. Взрывание зарядов осуществляется в водонаполненных скважинах вне опорной зоны, после чего следует низконапорное увлажнение пород почвы, которое переходит в высоконапорное в зоне максимума опорного

давления. В результате влияния высокого коэффициента концентрации напряжений, достигающего в зоне максимума $(4\text{-}5)\gamma H$ веса покрывающих пород, приходящих в сдвижение над пластом, а также давления нагнетаемой воды создаются условия для вытеснения в сторону выработанного пространства разупрочненных прослойков почвы.

Экспериментально-промышленная проверка технологии проведена при отработке удароопасного пласта Мощного мощностью 4,1 м*. Угол падения пласта 8-10°. Глубина разработки 750 м. Непосредственная кровля – алевролиты мощностью 2-5 м (предел прочности на сжатие 33-62 МПа). Основная кровля – песчаники мощностью 20-40 м (80-120 МПа). Непосредственная почва – песчаники мощностью 2-7 м (70-110 МПа). Ниже пласта залегают пропластки угля толщиной 0,2; 0,03 и 0,4 м, переслаивающиеся аргиллитами мощностью 2-3 м.

Лава 434-3 длиной 120 м была оборудована механизированным комплексом 2УКП. Пласт отрабатывали длинными столбами по простиранию. Порядок отработки – обратный при бесцеликовой подготовке. Режим работы забоя – две смены по добыче угля, одна профилактическая и одна ремонтно-подготовительная. В качестве профилактического мероприятия по борьбе с горными ударами ежесуточно проводилось гидрорыхление краевой части пласта на глубину до 8 м.

Наблюдения проводили на экспериментальном участке длиной 240 м, который включал четыре зоны с различными вариантами обработки вмещающих пород. В первой зоне осуществляли гидромикроторпедирование основной кровли (ГМТ) и региональное увлажнение пласта, во второй зоне – только ГМТ кровли, в третьей – ГМТ кровли и почвы, в четвертой зоне – ГМТ вмещающих пород и взрывогидрообработку пород почвы. Гидрорыхление выполняли во всех зонах. Воду в породы почвы нагнетали

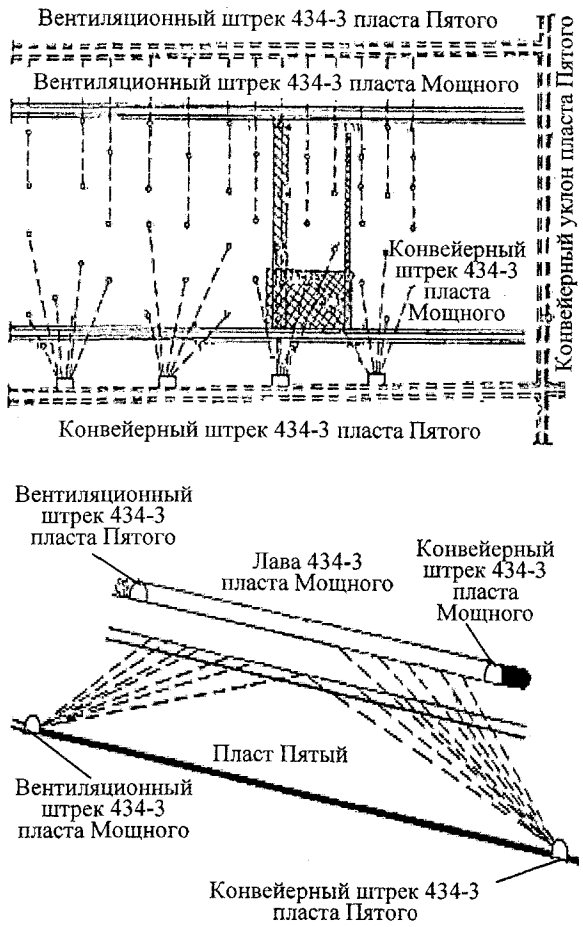


Схема обуривания углепородного массива скважинами на экспериментальном участке выемочного столба 434-3 пласта Мощного

по скважинам, пробуренным с вентиляционного и конвейерного штреков пласта Пятого (см. рисунок). В процессе подвигания забоя определяли следующие параметры:

- количество случаев I и II категории удароопасности, в том числе распределение их по длине лавы;
- расстояние от забоя до зоны максимума опорного давления;
- характер проявления горного давления;
- изменение влажности угля в защитной зоне.

Исходными данными являлись результаты ежесуточного прогноза удароопасности (по журналу участка ВТБ шахты), а также результаты инструментальных геофизических наблюдений**.

В первой зоне зафиксировано 40 и 25 случаев в месяц I и II категории удароопас-

* *Коршунов Г.И.* Экспериментально-промышленная проверка эффективности способа борьбы с динамическими явлениями / Г.И.Коршунов, В.А.Зуев, Л.А.Меньшиков // Уголь. 1991. № 9.

** Там же.

ности, во второй зоне – соответственно 65 и 33, в третьей и четвертой зонах количество случаев I и II категории удароопасности снизилось по сравнению со второй соответственно в 1,8 и 2,0 раза, по сравнению с первой – в 1,7 и 2,5 раза.

Расстояние от забоя до зоны максимума опорного давления l_{max} по длине лавы не было постоянным. Минимальная величина l_{max} в базовой зоне составляла 7,8 м, средняя – 8,5 м, во второй зоне оно выравнилось до 9,0 и 9,1 м. Величина l_{max} в третьей зоне увеличилась до 9,2-9,5 м, а в четвертой зоне до 10 м.

Отмеченный характер проявления максимальных напряжений в краевой части пласта обуславливался эффективностью разупрочнения и высоконапорного увлажнения непосредственной почвы. В четвертой зоне было апробировано по существу два варианта разупрочнения почвы. Первый состоял в высоконапорном увлажнении предварительно разупрочненных пропластков с последующим их выдавливанием в сторону выработанного пространства. При этом имело место упругое восстановление непосредственной почвы в краевой части пласта, обуславливающее случаи I категории удароопасности в результате недобура скважин до контакта непосредственной почвы с пластом Мощным. Второй вариант отличался от первого наличием нарушенного взрывом контакта непосредственной почвы с пластом. Там, где скважины были добурены до контакта с пластом (заштрихованный участок на рисунке) случаи I и II категории удароопасности отсутствовали, зона максимума, по данным тензодатчиков, была растянута по форме, имела два экстремума и располагалась в 12-17 м впереди забоя. Величина коэффициента концентрации напряжений была в 1,4 раза меньше по сравнению с уровнем концентрации напряжений (3,5-4,3)γH в третьей и базовой зонах наблюдений.

Гидростойки крепи 2УКП работали в режиме нарастающего сопротивления. Их рабочее сопротивление на экспериментальном участке подчинялось определенным закономерностям. Так, в период между вторичными осадками основной кровли рабочее сопротивление гидростоек в базовой зоне составляло в среднем 0,8-0,9 МН, а по мере дальнейшего подвигания лавы уменьшалось, снизившись в 1,6 раза в четвертой зоне по сравнению с первоначальной величиной. В периоды проявления вторичных осадок кровли рабочее сопротивление гидростоек в базовой зоне повышалось в среднем до 1,5-1,6 МН, а после перехода лавы в четвертую зону снижалось до 0,5-0,6 МН. Шаг обрушения основной кровли в базовой и четвертой зонах наблюдения составлял соответственно 8-13 и 4-7 м. Максимальный шаг обрушения основной кровли в базовой зоне вблизи границы конвейерного штрека 434-3 с выработанной кровлей достигал 17 м.

При изучении качества гидрорыхления было установлено, что влажность угля в краевой части пласта в нижней части лавы в четвертой зоне наблюдения оказывалась в 1,2-1,25 раза выше, чем в средней и верхней частях лавы, несмотря на то, что объем воды, закаченной в пласт во многих случаях, по данным расходомера, был меньше нормативной величины. Причиной данного обстоятельства, по нашему мнению, стало оттеснение нагнетаемой при гидрорыхлении воды волной противодавления, которую создавали из глубины защитной зоны со стороны почвы в зоне максимума опорного давления. В результате увлажнения, выполняемого в высоконапорном режиме, увлажнялись не только породы почвы, но частично и сам пласт, что достигалось благодаря дополнительному трещинообразованию и возникающим в породах почвы на границе с пластом растягивающим напряжениям.

Апробация комплексного способа борьбы с динамическими явлениями выявила возможность управления НДС углепородного массива. В этой связи отработка удароопасного пласта с повышенной скоростью расширяет технологические возможности очистных работ, не противореча одному из главных требований производственников – безопасности работ, что обеспечивается за счет создаваемой в углепородном массиве технологической мощности, превышающей вынимаемую мощность на 60-80 %, вследствие чего зона максимума опорного давления перемещается на такую же величину в глубину защитной зоны.