Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова
Т. 123. Л., 1990

УДК 622.831.24:622.33.012.22

В.П.ЗУБОВ

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ НАДРАБОТКИ В КАЧЕСТВЕ СПОСОБА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫВАЛОВ В ЛАВАХ НАДРАБАТЫВАЕМЫХ ПЛАСТОВ

Опережающая отработка защитных пластов широко известна в настоящее время как региональный профилактический способ предотвращения горных ударов и внезапных выбросов угля и газа. В последние 10–15 лет опережающую надработку применяют в качестве способа охраны основных подготовительных выработок. В данной работе приведены результаты исследований, выполненных Ленинградским горным институтом в 1971–1987 гг. Исследования проведены в лавах, условия отработки которых характеризовались значениями коэффициента условий η^{x}, равными 0,2–0,8. Лавы во всех принятых к анализу случаях были оборудованы механизированными комплексами поддерживающего типа. Угол падения пластов составлял 8–20°; мощность пластов – 1,2–1,7 м; мощность междупластий 10–45 м.

Анализ более чем десятилетнего опыта применения опережающей надработки в качестве способа управления кровлей в лавах надрабатываемых пластов в условиях шахт Донецкого бассейна показал, что характер и степень влияния опережающей надработки на состояние кровли в лавах определяются в основном следующими факторами: глубиной ведения горных работ; типом кровли надрабатываемого пласта; расположением лав относительно краевых частей угольного массива и целиков, оставляемых в выработанном пространстве надрабатываемого пласта.

На малых глубинах разработки, характеризующимися значениями $\eta < 0{,}4$, влияние опережающей надработки на состояние кровли и интенсивность вывалов в лавах надрабатываемых пластов не установлено. Различия основных показателей интенсивности вывалов (их площадь в процентах от наблюдаемой поверхности кровли, высота, объемы одиночных вывалов), зафиксированные для периодов работы лав в надработанном и ненадработанном массивах, как правило, находились в пределах ошибок измерений.

На средних ($0{,}4 \leqslant \eta < 0{,}6$) и больших ($\eta \geqslant 0{,}6$) глубинах характер и степень влияния опережающей надработки определяется типом пород кровли надрабатываемого пласта. При отработке пластов с кровлями I типа по классификации б.ВУГИ опережающая надработка во всех принятых к анализу случаях оказывала положительное влияние на состояние пород кровли в лавах надра-

[x] З у б о в В.П. Особенности управления горным давлением в лавах на больших глубинах разработки. Л.: Изд-во ЛГУ, 1990.

батываемого пласта. Это проявлялось прежде всего в уменьшении степени нарушенности пород непосредственной кровли пласта и снижении интенсивности вывалов в призабойном пространстве лав. Максимальный эффект с точки зрения состояния пород непосредственной кровли достигается в периоды работы лав в зонах разгрузки, возникающих вблизи краевых частей угольного массива и целиков, оставленных в выработанном пространстве (см. таблицу). С увеличением глубины положительный эффект, обусловленный опережающей надработкой, возрастает.

При отработке пластов с кровлями II типа по классификации б.ВУГИ на средних и больших глубинах характер и степень влияния опережающей надработки в значительной степени определяются местоположением лав надрабатываемого пласта относительно краевых частей угольного массива и целиков по вышерасположенному пласту. В периоды отработки лав в зонах разгрузки возрастает вероятность периодических зависаний на значительных площадях и обрушений пород основной кровли, что приводит к резкому увеличению интенсивности вывалов в лаве. Основные показатели интенсивности вывалов при этом возрастают в 1,2-2,8 раза по сравнению с соответствующими показателями, установленными в лавах, отрабатываемых в ненадработанном массиве. Так, площадь вывалов при осадках основной кровли увеличивается в ряде случаев до 50-70 % от наблюдаемой поверхности кровли в призабойном пространстве лав. Необходимо отметить, что при отработке ненадрабатываемых пластов на больших глубинах ($\eta > 0,6$) отрицательное влияние осадок основной кровли на интенсивность обрушений пород кровли в лавах проявляется крайне редко.

В периоды между осадками основной кровли показатели интенсивности обрушения пород кровли уменьшаются в 1,2-10 раз по сравнению с показателями, зафиксированными в лавах, отрабатываемых в ненадработанном массиве. В целом за цикл деформирование - осадка основной кровли условия ведения очистных работ в зонах разгрузки улучшаются. Так, площадь вывалов уменьшается в 2-3 раза, а средняя их высота в 1,2-2 раза (см. таблицу). Сокращение длительности простоев лав, связанных с ликвидацией последствий вывалов, приводит к увеличению производительности очистных забоев на 10-40 %.

Улучшение условий отработки надрабатываемых пластов с кровлями II типа по классификации ВУГИ наблюдается также при ведении очистных работ на значительном расстоянии от краевых частей угольного массива и целиков, оставленных в выработанном пространстве вышерасположенного пласта (см. таблицу). Необходимо отметить, что по мере удаления от зон разгрузки вероятность динамических осадок основной кровли, сопровождающихся резким возрастанием интенсивности вывалов, уменьшается, а степень нарушенности пород непосредственной кровли в призабойном пространстве лав возрастает.

Принципиальным вопросом при оценке области эффективного использования опережающей надработки в качестве регионального способа управления кровлей в лавах надрабатываемых пластов является вопрос о глубине распространения отрицательного влияния надработки на прочностные и деформа-

Показатели интенсивности обрушений пород кровли в лавах надработанных пластов

Тип кровли пласта. Условия ведения очистных работ	В зоне разгрузки									В зоне установившегося горного давления								
	В стадии осадки основной кровли			В стадии деформирования основной кровли			За цикл деформирование – осадка основной кровли			В стадии осадки основной кровли			В стадии деформирования основной кровли			За цикл деформирование – осадка основной кровли		
	S	h	V	S	h	V	S	h	V	S	h	V	S	h	V	S	h	V
I тип																		
$\eta < 0,4$	–	–	–	–	–	–	0,9–1,0	1,0	1,0	–	–	–	–	–	–	1,0	1,0	1,0
$\eta = 0,4–0,6$	–	–	–	–	–	–	0,4–0,5	0,6–0,8	0,7–0,8	–	–	–	–	–	–	0,5–0,7	0,5–0,8	0,6–0,8
$\eta \geqslant 0,6$	–	–	–	–	–	–	0,1–0,3	0,5–0,7	0,6–0,7	–	–	–	–	–	–	0,3–0,5	0,4–0,7	0,5–0,8
II тип																		
$\eta < 0,4$	0,9–1,1	1,0	1,0	0,8–1,1	1,0	1,0	0,9–1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$\eta = 0,4–0,6$	1,3–2,1	1,2–1,4	1,3–1,8	0,3–0,5	0,5–0,8	0,5–0,8	0,4–0,6	0,6–0,8	0,6–0,8	1,1–1,2	1,1–1,2	1,0–1,1	0,4–0,6	0,5–0,9	0,6–0,8	0,4–0,7	0,6–0,9	0,6–0,8
$\eta \geqslant 0,6$	1,5–2,8	1,2–1,5	1,4–2,1	0,1–0,3	0,4–0,7	0,4–0,6	0,3–0,5	0,5–0,8	0,5–0,7	–	–	–	–	–	–	0,2–0,3	0,4–0,7	0,4–0,6

Примечание. Показатели интенсивности вывалов даны в долях от соответствующих показателей интенсивности вывалов, установленных в лавах, отрабатываемых в ненадработанном массиве; S, h, V – соответственно площадь вывалов в призабойном пространстве лавы, высота и объем одиночных вывалов.

ционные свойства пород междупластья. Необходимость получения ответа на данный вопрос связана с тем, что от состояния и физико-механических свойств междупластья, являющегося кровлей надрабатываемого пласта, зависит интенсивность и характер проявления горного давления в очистных забоях. Установление глубины отрицательного влияния надработки на свойства пород, слагающих междупластье, позволяет оценить величину минимально допустимой мощности междупластья, при которой надработка может быть рекомендована в качестве способа управления кровлей в лавах надрабатываемых пластов.

Проведенные шахтные исследования ответа на данный вопрос не дали. Во всех рассмотренных случаях нарушенность непосредственной кровли и интенсивность вывалов в лавах надработанных пластов были меньше соответствующих показателей, наблюдаемых в периоды работы лав в ненадработанном массиве. Не дают однозначного ответа на этот вопрос и данные других исследований, приведенные в горно-технической литературе. Большинство авторов на основании результатов шахтных и лабораторных исследований приходят к выводам общего порядка о том, что свойства пород почвы пласта в процессе их надработки изменяются. При этом механизм отрицательного влияния надработки объясняется следующим образом. При ведении очистных работ в надрабатываемой толще прокатывается волна опорного давления, воздействие которого проявляется в сжатии породных слоев по нормали и растяжении в плоскости напластования. После прохода волны опорного давления происходит разгрузка слоев, что приводит к деформациям противоположного знака. Исследованиями ВНИМИ установлено, что в процессе надработки перепад нагрузок, действующих по нормали к напластованию, может достигать 80 МПа и более. Резкие различия в величинах главных напряжений в период перехода из области с повышенными напряжениями в зону разгрузки являются основной причиной деформирования надрабатываемого массива.

Сопоставление результатов испытания образцов, полученных до и после надработки, показали, что при мощности междупластья более 1,3 м не наблюдается изменения ни прочностных, ни деформационных характеристик угля.

Исследования влияния надработки на физико-механические свойства пород междупластья проводились в 1972-1973 гг. отраслевой горно-технологической лабораторией ЛГИ[x] при отработке пласта K_6. Из квершлагов, пройденных между пластом K_6 и надрабатываемым пластом $K_5^{1-Б}$, перпендикулярно напластованию пород пробуривались скважины и производился отбор керна из слоев междупластья, расположенных на различном удалении от пласта K_6. Отбор керна производился как в ранее надработанной области, так и в ненадработанном массиве. Максимальная глубина расположения от поверхности мест отбора керна составляла 620 м.

Испытания образцов пород, полученных при бурении скважин, показали, что изменение прочностных и деформационных характеристик пород междупластья наблюдается на удалении от пласта K_6, не превышающем 1,7-2,0 м.

[x] В организации работ по бурению скважин и обработке результатов испытания образцов принимал участие А.А.Иванов.

В данной области междупластья, представленной слоями песчано-глинистого сланца, пределы прочности пород на одноосное сжатие и растяжение уменьшаются, а величины относительной продольной деформации пород, полученные при длительных испытаниях на ползучесть, увеличиваются. Снижение прочностных характеристик песчано-глинистого сланца достигает 30-40 %, относительная продольная деформация возрастает в 1,2-1,4 раза.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что при оценке устойчивости междупластья, являющегося кровлей надрабатываемого пласта, влиянием надработки на механические свойства слагающих его породных слоев можно пренебречь. Исключение, по-видимому, составляют случаи отработки весьма сближенных пластов с мощностью междупластья до 2-5 м, представленного слоями глинистых или песчано-глинистых сланцев с пределом прочности на одноосное сжатие менее 30-35 МПа.

На бо́льшую глубину в породы почвы распространяется влияние надработки на величины контактных связей между отдельными слоями. Инструментальными наблюдениями многих исследователей установлено, что надработанные породы испытывают значительные сдвижения в направлении, перпендикулярном плоскости напластования пород. Поднятие пород на уровне непосредственной почвы разрабатываемого пласта достигает 300 мм и более. Уменьшение смещений слоев по мере удаления от пласта описывается кривой параболического вида. Поднятие надработанных пород наблюдается на удалении от пласта превышающем 40-50 м.

Различные величины перемещений слоев, расположенных на разном расстоянии от разрабатываемого пласта, свидетельствуют о том, что в междупластье происходит нарушение контактных связей между отдельными слоями, т.е. расслоение междупластья на отдельные пачки слоев. Как показали шахтные исследования в лавах ранее надработанных пластов, отрицательного влияния расслоения пород междупластья на процесс деформирования и состояние пород кровли в призабойном пространстве лав не наблюдается. Более того, расслоение междупластья приводит к уменьшению предельных зависаний пород в выработанном пространстве, следствием чего является уменьшение нагрузки на призабойную крепь и более эффективное решение вопросов, связанных с управлением горным давлением.

Выводы

1. Опережающую надработку целесообразно использовать в качестве способа управления кровлей в лавах надрабатываемых пластов при ведении горных работ на глубинах, характеризующихся значениями коэффициента $\eta > 0,4$. С увеличением глубины эффективность использования данного способа возрастает.

2. Опережающая надработка пластов с кровлями II типа по классификации б.ВУГИ приводит к увеличению вероятности значительных зависаний пород основной кровли в выработанном пространстве лав надрабатываемого

пласта в периоды их работы в зонах разгрузки, возникающих вблизи краевых частей угольного массива и целиков, оставленных в выработанном пространстве вышерасположенного пласта. Данный факт необходимо учитывать при планировании горных работ в сближенных пластах и разработке паспортов крепления лав надрабатываемых пластов.

3. На глубинах, характеризующихся значениями коэффициента $\eta < 0,7$, мощность междупластья, при превышении которой надработка не оказывает отрицательного влияния на состояние пород кровли надрабатываемого пласта, составляет менее 5 м. Данное значение рекомендуется рассматривать как предельное, при котором опережающую надработку можно использовать в качестве способа управления кровлей в лавах надрабатываемых пластов.