Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
т. LXXXII, 1980 г.

УДК 622.83

ВЛИЯНИЕ РАЗГРУЗКИ КРАЕВОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА НА СОСТОЯНИЕ КРОВЛИ В ПРИЗАБОЙНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЛАВ

В.П.ЗУБОВ

Перспективы разработки угольных пластов на больших глубинах в значительной степени определяются тем, насколько своевременно и эффективно будет решен вопрос управления кровлей в очистных забоях для специфических условий глубоких горизонтов.

Одним из возможных решений этого вопроса является предложенный на кафедре разработки пластовых месторождений Ленинградского горного института способ управления кровлей в лавах[x], сущность которого заключается в искусственном перераспределении напряжений впереди забоя лавы и создании в результате этого таких условий деформирования пород непосредственной кровли, при которых их разрушение до обнажения очистными работами будет происходить с меньшей интенсивностью или полностью исключается. Способ позволяет устранить одну из основных причин вывалообразования на больших глубинах, с которой, по данным статистических наблюдений в лавах Донецкого бассейна, связано более 65% вывалов.

Реализация способа связана с изменением степени податливости краевой зоны пласта, например, рыхлением угля впереди забоя лавы (буровзрывные работы, гидроразрыв и т.д.), бурением скважин по пласту или образованием в пласте узкой щели.

Опытно-промышленная проверка способа выполнена в условиях разработки пласта $K_5^{1-в}$ на шахте "Гуковская" производственного объединения "Гуковуголь". Угол падения пласта 18–23°, его мощность 1,5–1,8 м. Исследования проведены в лаве № 257, оборудованной механизированным комплексом КМ-87. Глубина ведения очистных работ от поверхности 700 м.

Непосредственная кровля пласта на экспериментальном участке представлена песчано-глинистым сланцем мощностью 1,5–2,0 м, основная – 20-метровым слоем песчаника. В непосредственной почве пласта залегает песчано-глинистый сланец "кучерявчик" мощностью 0,9 м, ниже которого находится кварцевый песчаник.

[x] В.П.Зубов. Способ управления кровлей в лавах при разработке угольных пластов на больших глубинах. – Изв.вузов. Горный журнал, 1980, № 4.

По данным лабораторных исследований, песчано-глинистые сланцы непосредственной кровли и почвы имеют предел прочности на одноосное сжатие 35-45 МПа, песчаники основной кровли 120 МПа, уголь 15 МПа.

При шахтных исследованиях изучалось влияние: 1) глубины зоны ослабленного угля на характер распределения напряжений впереди забоя лавы; 2) степени податливости краевой зоны пласта с учетом ее ослабления на характер распределения напряжений в зоне опорного давления и интенсивность вывалообразования в призабойном пространстве лавы.

Характер распределения напряжений впереди забоя лавы исследовался косвенным методом, основанным на определении выхода буровой мелочи из шпуров при бурении их на участках, расположенных на разном удалении от забоя. Для изучения процессов деформирования и разрушения пород кровли использовались контурные реперы, смещения которых устанавливались геометрическим нивелированием. Одновременно велись статистические наблюдения за вывалами пород из кровли в призабойном пространстве лавы, включающие в себя замеры площади, высоты и объемов отдельных вывалов на экспериментальных и обычных участках лавы.

Степень податливости краевой зоны пласта на экспериментальных участках изменялась взрыванием в пласте камуфлетных зарядов аммонита ПЖВ-20, располагаемых в шпурах на расстояниях 0,5-4,5 м от линии забоя. Бурение шпуров и взрывание зарядов проводилось после выемки каждой ленты угля. Масса одновременно взрываемых зарядов в одном шпуре изменялась от 0,1 до 0,6 кг, расстояние между шпурами принималось равным 1 м.

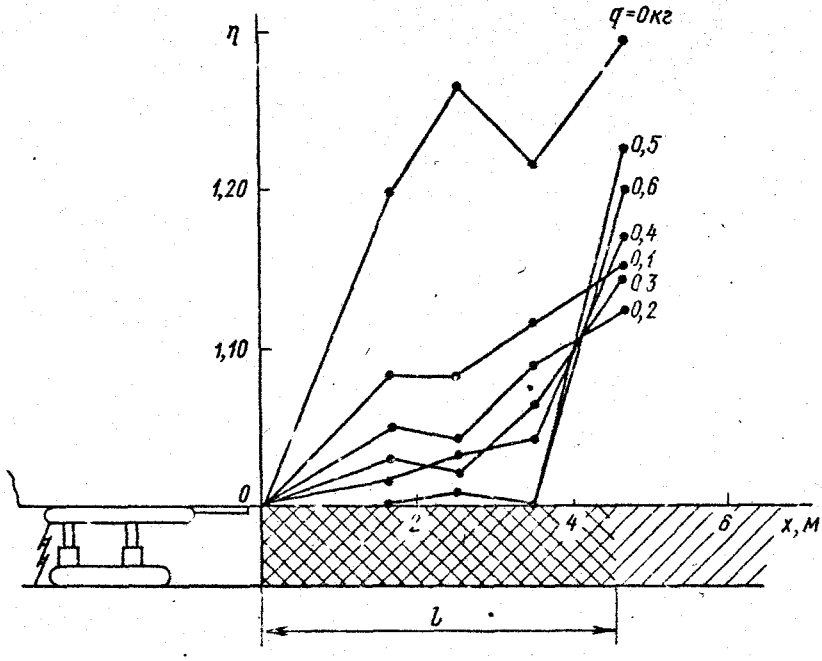

Рис.1. Характер распределения напряжений впереди забоя лавы при различной степени ослабления краевой зоны пласта

Результаты исследований приведены на рис.I, где по оси абсцисс отложено расстояние до линии очистного забоя, а по оси ординат объем буровой мелочи с каждого метра шпуров, выраженный в долях от соответствующего объема, полученного при бурении шпуров на разгруженных от горного давления участках угольного массива.

Как следует из рис.I, увеличение податливости пласта путем взрывания в нем камуфлетных зарядов приводит к изменению картины распределения напряжений впереди очистного забоя: напряжения в краевой зоне пласта резко уменьшаются, а область максимальных напряжений переносится вглубь массива, за пределы ослабленной зоны. При этом степень разгрузки краевой зоны пласта находится в прямой зависимости от степени ослабления его буровзрывными работами. Так, при величинах последовательно взрываемых впереди забоя лавы зарядов ВВ, равных 0,I и 0,3 кг, значения коэффициента η для участков пласта, удаленных на 2-3 м от линии забоя, составляют соответственно I,I6 и I,05.

Степень ослабления пласта, его податливость оказывают влияние не только на уровень напряженного состояния краевой зоны, но и на характер распределения напряжений впереди забоя лавы. На рассматриваемом графике можно выделить две качественно различные группы кривых. К первой отнесены кривые, полученные при величине зарядов, меньших 0,5 кг, ко второй – при величине зарядов 0,5 кг и более. Характер изменения кривых первой группы свидетельствует о постоянном увеличении напряжений в пределах ослабленного участка пласта по мере удаления вглубь массива и резком повышении их концентрации на границе данного участка.

При ослаблении пласта взрыванием зарядов массой 0,5 кг и более увеличение напряжений наблюдается только при удалении от забоя на расстояние, большее ширины ослабленной зоны пласта. В пределах же этой зоны, если судить по выходу буровой мелочи из шпуров, пласт практически полностью разгружен от горного давления.

Установленный характер зависимости между напряженным состоянием краевой зоны пласта и степенью его ослабления объясняется, по-видимому, следующим образом. Угольный пласт в пределах ослабленной зоны может быть рассмотрен как несущая конструкция с нарастающим сопротивлением, жесткость и податливость которой в нашем случае определяется степенью разрыхления угля взрывными работами. С другой стороны, в пределах указанной зоны пласт „работает" в режиме заданной деформации, определяемом опусканиями основной кровли. Справедливость последнего утверждения подтверждается результатами инструментальных наблюдений за деформированием и разрушением пород кровли пласта, которые показывают, что величины опусканий основной кровли над призабойным пространством лавы практически не зависят от степени ослабления пласта.

Таким образом, сжатие пласта или его просадка (как несущей конструкции) во всех случаях одинакова, реакции же пласта будут различными, что обусловлено его различной жесткостью в рассматриваемых вариантах. Этим и объясняется обратная зависимость между уровнем напряженного состояния пласта в ослабленной зоне и степенью его ослабления взрывными работами при величинах зарядов ВВ, меньших 0,5 кг.

При ослаблении пласта зарядами 0,5 кг и более просадки пласта вследствие незначительной жесткости происходят под действием его собственного веса и веса непосредственной кровли. При этом величина осадок превышает опускания основной кровли и пласт как бы уходит от нагрузок, передаваемых основной кровлей. Естественно, что при этом происходит также разгрузка пород непосредственной кровли.

Результаты статистических наблюдений за вывалами пород из кровли в призабойном пространстве лавы на экспериментальных участках обобщены на рис.2, 3. В качестве основных показателей интенсивности вывалов при этом были приняты математические ожидания объемов, площади и количества вывалов, высотой более 0,2 м, выраженные в долях от соответствующих показателей, установленных для обычных участков лавы.

Анализ представленных графических материалов показывает, что характер и степень влияния ослабления краевой части пласта на состояние пород кровли в лаве определяются параметрами ослабленной зоны угля: ее глубиной и степенью ослабления массива угля. При этом, в зависимости от принятых параметров, ослабление угольного пласта впереди забоя лавы может приводить как к уменьшению интенсивности вывалов, так и к ухудшению состояния пород непосредственной кровли в призабойном пространстве лавы. Из графика рис.2 следует, что при ширине ослабленной зоны менее 1-1,5 м количество вывалов, их суммарные площадь и объем несколько возрастают по сравнению с соответствующими показателями интенсивности вывалообразования на обычных участках лавы.

Увеличение глубины ослабления пласта до 2 м и более приводит к улучшению состояния кровли, причем при увеличении ширины зоны от 1,5 до 3 м

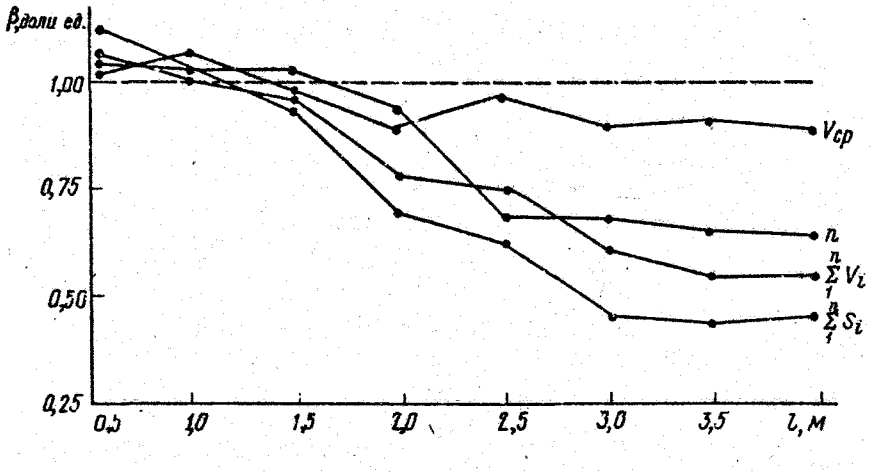

Рис.2. Влияние глубины ослабленной зоны на интенсивность вывалов в призабойном пространстве лавы при ослаблении пласта зарядами массой 0,3 кг
$n, \sum_1^n S_i, \sum_1^n V_i, V_{ср}$ – кривые изменения соответственно количества вывалов, их суммарных площади и объемов, а также средних объемов единичных вывалов, выраженных в долях от соответствующих величин на обычных участках лавы

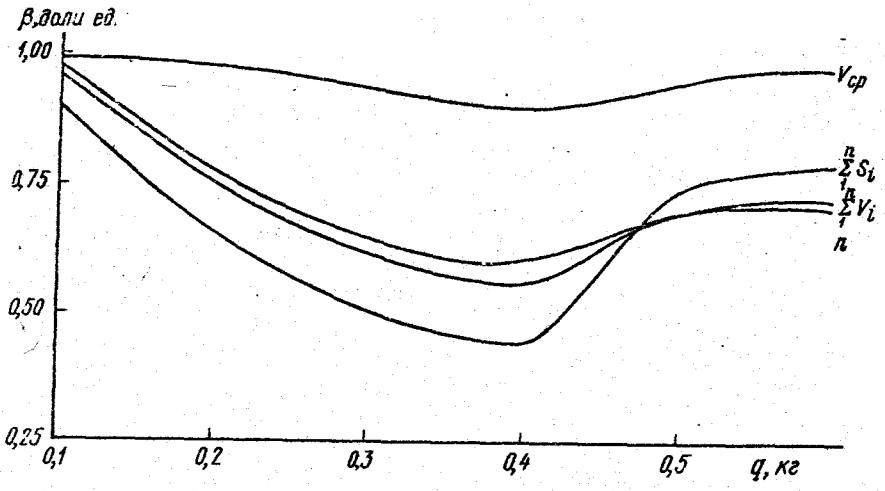

Рис.3. Влияние степени ослабления краевой зоны пласта на интенсивность вывалов в призабойном пространстве лавы при глубине ослабленной зоны 4 м

большей ширине зоны соответствует меньшая интенсивность вывалообразования. При ширине зоны более 3 м показатели интенсивности вывалообразования практически не отличаются от установленных для экспериментального участка с глубиной ослабления пласта 3 м.

Нами рассмотрены данные статистических наблюдений за состоянием кровли при рыхлении пласта зарядами 0,3 кг. Аналогичные в качественном отношении результаты получены и на других экспериментальных участках, где ослабление пласта осуществлялось зарядами массой менее 0,5 кг.

Существенное влияние на интенсивность вывалов в призабойном пространстве лавы оказывает также степень разрыхления краевой зоны пласта или, что то же самое, податливость пласта с учетом его ослабления. Как следует из рис.3, увеличение степени ослабления пласта до какой-то предельной величины приводит к улучшению состояния кровли в лаве, о чем свидетельствует уменьшение количества вывалов и их суммарных площадей и объемов. При степени ослабления пласта больше предельного значения наблюдается резкое увеличение интенсивности вывалообразования.

Для условий проведения эксперимента минимальная интенсивность вывалообразования установлена при рыхлении пласта зарядами массой 0,3-0,4 кг. Количество вывалов, их суммарные площади и объемы в этом случае составляли соответственно 60, 45 и 55% от численных значений показателей на обычных участках лавы.

При взрывании в краевой зоне пласта зарядов массой 0,5 кг и более численные значения показателей интенсивности вывалообразования возрастают: суммарная площадь вывалов - на 60-70%; суммарный объем вывалов - на 15-25%; общее количество вывалов высотой более 0,2 м - на 10-15%.

Увеличение интенсивности вывалов связано с резким ухудшением состояния пород непосредственной кровли на участках, расположенных вблизи

границы зоны ослабления угля со стороны нетронутого массива. Анализ результатов статистических наблюдений за вывалами в призабойном пространстве лавы и данных наблюдений за процессами деформирования и разрушения пород основной и непосредственной кровель показывает, что:

I) при увеличении массы взрываемых в пласте зарядов до 0,5 кг и более опускания непосредственной кровли над линией очистного забоя возрастают более чем в два раза по сравнению с опусканиями пород при взрывании в пласте зарядов массой 0,3-0,4 кг, опускания основной кровли при соответствующих режимах ослабления пласта не отличаются друг от друга;

2) при взрывании в пласте зарядов массой 0,5 кг и более горизонтальные перемещения пород непосредственной кровли в сторону выработанного пространства практически равны нулю.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при ослаблении пласта зарядами массой 0,5 кг и более над ослабленной зоной происходит обрушение пород непосредственной кровли. Причем, как следует из данных визуальных наблюдений, размеры породных блоков в направлении подвигания лавы равны глубине ослабления пласта, а трещина разрушения в непосредственной кровле возникает над границей ослабленной зоны.

Возникновение трещины, разворот и опускание образовавшегося блока вызывают перераспределение напряжений впереди забоя лавы с перенесением максимума опорного давления в массив на расстояние от забоя, равное глубине ослабленной зоны. Условия предельного состояния пород непосредственной кровли на участке, расположенном за трещиной со стороны нетронутого массива, аналогичны условиям предельного состояния пород непосредственной кровли вблизи забоя лавы при обычной технологии ведения очистных работ, что объясняет резкое ухудшение состояния кровли на указанном участке.

Выводы

I. Увеличение податливости краевой зоны пласта путем его ослабления впереди забоя лавы приводит:

а) к частичной или полной (в зависимости от степени ослабления) разгрузке пласта и пород непосредственной кровли, расположенных над ослабленной зоной, максимум опорного давления при этом перемещается вглубь массива к границе ослабленного угля;

б) к снижению степени нарушенности пород непосредственной кровли до обнажения их очистными работами и, как следствие этого, к уменьшению количества вывалов, их суммарных площади и объемов в призабойном пространстве лав.

2. Характер деформирования и разрушения пород непосредственной кровли над зоной ослабленного угля зависит от податливости пласта. При величинах податливости пласта (с учетом его ослабления) больше предельных опусканий пород непосредственной кровли над границей ослабленной зоны возникают трещины, в результате чего к моменту обнажения очистными работами непосредственная кровля оказывается разделенной на блоки с размерами в направлении подвигания лавы примерно равными предельным обнажениям консоли

непосредственной кровли при ее разрушении от изгиба. При величине податливости пласта, меньшей предельных опусканий непосредственной кровли, характер нарушенности слагающих кровлю пород аналогичен установленному в лавах с обычной технологией выемки.

3. Основными параметрами предложенного способа управления кровлей, определяющими его результативность, являются максимально допустимая степень податливости краевой части пласта (с учетом его ослабления) и минимально необходимая глубина ослабленной зоны. Отклонение параметров за указанные пределы приводит к резкому снижению эффективности способа, а в ряде случаев к ухудшению состояния кровли в призабойном пространстве лавы по сравнению с состоянием кровли на участках, где ослабление краевой части пласта не проводилось.

Для условий шахты „Гуковская" при реализации рассмотренного способа управления кровлей с использованием взрывных работ величина зарядов при последовательном их взрывании после выемки каждой ленты угля шириной 0,63 м и расстоянии между отдельными шпурами I,0 м не должна превышать 0,4 кг. Глубину зоны ослабленного угля впереди забоя лавы при этом следует принимать большей I-I,5 м. Максимальная результативность способа достигается при глубине зоны 3-3,5 м.