

УДК 622.831.1/834

П. Н. ДМИТРИЕВ

ОСОБЕННОСТИ БЕСЦЕЛИКОВОЙ РАЗРАБОТКИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ

Отработка угольных пластов в условиях шахты "Распадская" характеризуется рядом существенных особенностей, которые необходимо учитывать при планировании и ведении очистных работ: одновременная отработка свиты из шести сближенных пластов вынимаемой мощностью от 1,8 до 4,5 м, сравнительно небольшая глубина ведения очистных работ, регулярный порядок нарезки выемочных столбов. Зоны повышенного горного давления (зоны ПГД) от горных работ на взаимовлияющих пластах свиты формируются регулярно по расположению в пределах выемочных столбов и по конфигурации.

Группы пластов (пласты 10 и 12, 6 и 7) рассечены системами мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений. Области распространения нарушений приурочены к границам выемочных полей. Поле шахты разделено и отрабатывается тремя блоками, а каждый блок — одной двукрылой панелью. Все пласты отрабатываются наиболее прогрессивной в настоящее время столбовой системой разработки. При выемке мощных пластов в целях сокращения потерь полезного ископаемого применяется бесцеликовая охрана выработок. Высокопроизводительная работа основывается на применении современных механизированных комплексов 4КМ130, 2УКП, 2КМТ с комбайнами 2КШЗ, КШЗ и т.п.

Отчетливо наметились тенденции замедления роста нагрузки на очистной забой при неуклонном совершенствовании забойного оборудования, что неизбежно ведет к повышению себестоимости добываемого полезного ископаемого.

Долговременными исследованиями параметров работы лав установлены основные горно-технические факторы, систематически осложняющие работу очистных забоев. Это завалы лав при разрушении кровли большими блоками, вывалообразование, отжим угля на мощных пластах. Кроме того, на пластах 6-6а и 7-7а, отнесенных ВНИИ к потенциально удароопасным, на глубинах более 200 м стали отмечаться, а затем и систематически проявляться горные удары. Очаги горных ударов, как правило, располагаются в краевых частях лав и на сопряжениях лав с выработанным пространством ранее отработанных выемочных столбов.

Все факторы, отрицательно влияющие на работу очистных забоев, можно условно разделить на две группы: оказывающие систематическое, практически неизменное по величине влияния воздействие, и зонные или спорадические, которые являются следствием ограниченного в пространстве влияния на работу

лавы таких факторов, как зоны ППД от краевых частей и целиков при подработке-надработке, системы геологических нарушений и др.

Систематически воздействующие факторы формируют постоянно действующее, "фоновое" осложняющее влияния. Параметры их прогнозируемы, изменения в технологическом процессе, вызываемые такими факторами, могут планироваться и оптимизироваться.

Зонные влияющие факторы определяют резкое ухудшение работы очистных забоев, вызывают необходимость внесения качественных изменений в технологический процесс. Как пример можно назвать геологические нарушения.

Поставлена задача — установить связь эффективности работы очистного забоя и основных горно-технических факторов. Исследования выполнены для условий отработки 4-го блока шахты "Распадская". В процессе обработки информации проанализированы данные шахтных геологической и технологической служб по 510 единичным месячным подвиганиям очистных забоев с 1978 по 1988 гг. по всем отрабатываемым на шахте шести пластам.

Спецификой разработки мощных и средней мощности пологих пластов Южного Кузбасса является широкое использование механизированных крепей с весьма высокой несущей способностью. Тем самым, проблема управления труднообрушаемыми кровлями с динамическими осадками в условиях неполного подбучивания в общем случае может быть признана решенной. Как следствие, основным фактором, определяющим возможность реализации расчетных технических показателей комплексной технологии становится устойчивость боковых пород и отжим пласта. Геологическая прогнозируемая устойчивость пород непосредственной кровли удовлетворительно описывается соотношением мощности нижнего слоя непосредственной кровли с его литотипом.

Причиной снижения устойчивости в рассматриваемых условиях может быть только развитие трещиноватости пород кровли, которое выражается в увеличении интенсивности вывалообразования в призабойном пространстве, а также повышении интенсивности отжима угля от поверхности забоя. Существующие типы механизированных крепей не приспособлены к работе в условиях интенсивного вывалообразования, при этом отмечаются простои из-за потери секциями крепи вертикальной устойчивости, завалов призабойного пространства, снижения качества полезного ископаемого, снижения уровня безопасности.

Снижение устойчивости пород непосредственной кровли происходит в зонах: влияния тектонических нарушений; повышенного горного давления (ППД) от целиков и краевых частей; опорного давления на контуре очистной выработки, в призабойном пространстве; влияния больших глубин.

Методика исследований горно-технических параметров работы очистных забоев предусматривает анализ влияющих факторов в безразмерной, относительной форме.

Интенсивность тектонической нарушенности в методике предлагается оценивать в форме удельной протяженности зон влияния геологических нарушений на i -м пласте:

$$L_{ni} = e_{nij} / e_{stij},$$

где ℓ_{nij} - суммарная протяженность геологических нарушений на i -м пласте в пределах j -го выемочного столба суммарной длины за период времени T_j , м; $\ell_{стij}$ - полное среднемесячное подвигание очистного забоя за период времени T_j , м.

Зоны ПГД от целиков (краевых частей) зарегистрированы не на всех пластах рассматриваемой свиты. В поле 4-го блока краевые части пластов, как правило, приурочены к краевым частям смежных пластов свиты. Основной объем зон ПГД сформирован в этих условиях узкими ленточными целиками. Влияние зон ПГД от таких целиков на снижение устойчивости кровли лав отчетливо регистрируется.

Интенсивность влияния зон ПГД от целиков в форме удельной протяженности зон ПГД запишем в виде

$$L_{цi} = \ell_{цij} / \ell_{стij},$$

где $\ell_{цij}$ - удельная линейная протяженность зон ПГД на i -м пласте от целиков, оставленных на вышележащем пласте в пределах полного суммарного среднемесячного подвигания лавы за период времени T_j , м.

Влияние большой глубины ведения горных работ может в общем случае пониматься в двух значениях: в виде одной из составляющих первоначальных напряжений $\{H$, а также в форме повышения естественной нарушенности боковых пород.

В методике исследований параметр глубина ведения горных работ учитывается в относительной форме:

$$A_i = H_i / H,$$

где H_i - глубина расположения i -го очистного забоя, м; H - полная достигнутая глубина ведения горных работ на рассматриваемом пласте, м.

На начальном этапе исследований сделано предположение о существовании прочных слоев пород (пород-мостов), залегающих выше основной кровли очистной выработки и перекрывающих ее. Исходя из этого предположения, параметры зон опорного давления методика исследований учитывает как связанные с неограниченно увеличивающимся неразрушающимся пролетом подрабатываемых пород-мостов. Прирост породного давления в этом случае за счет формирования дополнительных начальных напряжений от зависающих пород-мостов с высокой степенью надежности должен коррелировать со снижением устойчивости непосредственной кровли в призабойном пространстве. Следует иметь в виду не только возникновение дополнительных систем трещин давления или увеличение интенсивности трещиноватости впереди забоя, но и учитывать раздавливание кровли над перекрытиями призабойной крепи высокой несущей способности.

В качестве контролируемого параметра принимаем эквивалентный или просто наибольший пролет подрабатываемых прочных пород-мостов. Направление (вектор) приращения такого пролета прочных пород совпадает с порядком отработки выемочного поля. В рассматриваемом случае вектор приращения (ось эквивалентного пролета) будет ориентирован нормально к продоль-

ной оси выемочного столба. Такой прирост представим по каждому пласту как отношение к полному достигнутому пролету.

Придадим перечисленным параметрам условные обозначения; a - относительное приращение пролета подработанных прочных слоев пород кровли; b - относительное приращение глубины горных работ; c - удельная протяженность зон ПГД от целиков; d - удельная протяженность зон влияния геологических нарушений.

Общее уравнение связи скорости подвигания очистного забоя (относительной скорости) и перечисленных факторов имеет вид:

$$v_{ij}/v_{maxi} = a^{Y_1} X_1 + b^{Y_2} X_2 + c^{Y_3} X_3 + d^{Y_4} X_4.$$

Исходные данные обработаны с применением метода "латинского квадрата".

Получено уравнение регрессии

$$v_{ij}/v_{maxi} = 0,143 e^{-a^2/4} a^2 + 0,0087 e^{-0,0051b} \sin(2,81b - 0,071) + (-1)^{b-1} (2-b) 0,024 - 0,009 (c + 2,5)^{1,98} + 0,075 \sqrt{1 + \sin 1,18d}.$$

Для исследования интенсивности влияния отдельных факторов на результирующую функцию, а также для вычисления их уровней значимости определены коэффициенты парной корреляции r_a, r_b, r_c, r_d . При логнормальном законе распределения отклонений коэффициенты парной корреляции составляют: $r_a = 0,77$; $r_b = 0,4$; $r_c = 0,71$; $r_d = 0,91$. Это значит, что в рассматриваемых горно-технических условиях наибольшая функциональная связь существует между ростом интенсивности дизъюнктивной нарушенности и снижением скорости подвигания забоя ($r_d = 0,91$), несколько менее значимо влияние зон ПГД от целиков ($r_c = 0,71$). Связь с увеличением глубины ведения горных работ является в данных условиях несущественной ($r_b = 0,4$).

Весьма высока причинно-следственная связь между увеличением пролета прочных пород-мостов и снижением скорости подвигания очистного забоя ($r_a = 0,77$). Это позволяет сделать вывод о необходимости учета наличия таких породных структур при рассмотрении вопросов обеспечения эффективной работы лав в условиях шахты "Распадская".

Полученные функциональные зависимости возможно использовать для прогнозирования параметров работы очистных забоев, а также для разработки и применения специальных способов управления горным давлением.

Из анализа влияния зависания прочных пород-мостов в этих условиях следует причинно-следственная связь с возникновением горных ударов по опасным пластам 6-6а и 7-7а на 4-м блоке исследуемого шахтного поля. Управление параметрами этого зависания представляется перспективным для разработки конкретных технологических рекомендаций по развитию горных работ при отработке свиты пологих пластов в условиях шахты "Распадская".