

Для множества подграфов $G_k (X_k, U_k, t_k)$, $k=1 \div N$ определяется базовое решение оптимизационной задачи. Под базовым решением понимается решение сетевых уравнений (3.49)-(3.52), при котором сечения выработок приняты минимально возможными $S_i = S_i^{min}$, $i \in U_x$, депрессии всех базовых регуляторов положительны и депрессия хотя бы одного из них равна нулю - т.е. в сети присутствует маршрут без регулятора.

При поиске базового решения независимой переменной является напор вентилятора (коэффициент a его характеристики), зависимыми (контролируемыми) переменными - депрессии базовых регуляторов. Это решение определяется в системе координат $\{\Delta H_{i,k}^*, a\}$ методом хорд, где $\Delta H_{i,k}^*$ - минимальная депрессия базового регулятора, определяемая по формуле:

$$\Delta H_{i,k}^* = \min\{\Delta H_{m,k}\}; m=1-o.$$

На втором этапе решения оптимизационной задачи для графа $G_k (X_k, U_k)$ определяется решение задачи оптимизации потокораспределения в ШВС методом, при этом для каждого расчетного состояния определяется уровень минимальной депрессии, необходимый для обеспечения необходимым количеством воздуха объектов проветривания. На данном этапе снижение уровня шахтной депрессии выполняется отрицательным регулированием - увеличением аэродинамического сопротивления выработок. Если по окончании решения задачи определения оптимального потокораспределения нарушаются условия (8) и (9). Увеличение сечений выработок выполняется последовательно до тех пор, пока депрессия шахты во всех расчетных периодах не достигнет нормированного уровня (ограничение (9)).

УДК 553.94:622.33

В.В. Ишков

ОСНОВЫ ПРОГНОЗА ЗАСОРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЕЙ ДОНБАССА

Розглянуто питання формування експлуатаційної зольності вугілля. Аналіз отриманих результатів дозволив встановити чотири літолого-структурних типи покрівлі за фактором засмічуваності. Викладені основи прогнозу експлуатаційної зольності вугілля Донбасу.

В углях содержится определенное количество минеральных примесей, во многом определяющих особенности их обогащения и частично образующих после сжигания золу. Зольность добываемой угольной массы формируется в результате взаимодействия геологических факторов с технологическими. К основным геологическим факторам, определяющим эксплуатационную зольность, относятся: петрографический состав угля, тип минерализации, строение пласта, степень метаморфизма угля, условия залегания пласта и устойчивость его непосредственной кровли и почвы.

Мощность угольных пластов и пластовая зольность являются первичными геологическими факторами, на которые накладываются факторы определяю-

щие приращение зольности в процессе добычи угля. Пластовая зольность составляет преобладающую часть эксплуатационной зольности (80...92 %) при отработке пластов в условиях устойчивых вмещающих пород и ее роль снижается (50...62 %) в условиях неустойчивых и весьма неустойчивых пород.

При прогнозе зольности петрографический состав и тип минерализации углей Донбасса может быть учтен путем разделения углей на две петрографические группы: клареновые и дюрено-клареновые. Строение пласта учитывается при анализе пластовой зольности разделением на пласты простого и сложного строения, а последних по числу, мощности и зольности породных прослоев (1, 2, 3 и т.д.). Свойства углей, обусловленные их метаморфизмом, выражаются марочным составом. По источнику засорения угольные пласты разделяются на три группы, засоряющиеся: 1) за счет пород кровли; 2) за счет почвы; 3) одновременно за счет кровли и почвы.

Рассмотрим свойства углевмещающих пород, обуславливающие засорение горной массы в процессе добычи. Породы, слагающие непосредственную кровлю угольных пластов Донбасса, представлены преимущественно аргиллитами (77 %), значительно реже алевролитами (13 %), песчаниками (9 %) и весьма редко известняками. Породы, залегающие в непосредственной почве угольных пластов, обычно представлены аргиллитами, реже алевролитами и в единичных случаях песчаниками и известняками.

По литолого-фациальному типу углевмещающие породы относятся преимущественно к прибрежно-морским (прибрежно-лагунным) и континентальным фациям трансгрессивного или регрессивного циклов. Прочность одноименных литологических типов пород увеличивается, а трещиноватость уменьшается, как правило, в ряду от континентальных к прибрежно-морским отложениям, внутри фаций – от углистых аргиллитов до песчаников и известняков. Отмечается тенденция повышения прочности типов пород трансгрессивного ряда по отношению к породам регрессивного.

Важнейшим фактором определяющим засорение углей в процессе добычи является устойчивость вмещающих пород. В условиях устойчивой и среднеустойчивой кровли засорение углей незначительное (в пределах 2...10 %). В основном засорение происходит из-за присечки кровли или почвы пластов на участках характеризующихся их гофрированным залеганием, в зонах малоамплитудных нарушений и за счет некоторых других причин горно-технологического характера. Неустойчивая кровля, при которой происходят куполение и вывалы также обуславливает увеличение эксплуатационной зольности углей. Куполение наблюдается как в слоистых, так и в неслоистых аргиллитах и алевролитах пораженных интенсивными вертикальными и диагональными трещинами или в аргиллитах комковатой текстуры, которые сверху ограничены прослоем угля. При их мощности до 0,4...0,6 проявляется ложная кровля, а при большей – куполение. Высота куполов может достигать до 10...15 м. В процессе роста отдельные купола могут сливаться. Вывалы в отличие от куполов, в большей степени связаны с величиной горного давления. Они проявляются поинтервально, достигая в длину до 50 % протяженности лавы при не-

значительной ширине. Их высота достигает до 1,5 м. Прирост зольности при отработке пластов в условиях неустойчивой кровли варьирует в пределах от 3,9 до 24,7 %.

Размеры куполов и вывалов (в плане) находятся в определенной взаимосвязи и, кроме того, определяются соотношениями между объемным весом пород, напряжением распора структурных блоков и коэффициентом трения по контактам структурных неоднородностей. Так как структурные блоки ограничиваются плоскостями трещин, то размеры куполов и вывалов будут кратны расстоянию между ними. Соотношение между объемным весом пород, напряжением распора структурных блоков и коэффициентом трения по их контактам определяет возможность реализации потенциального обрушения вдоль плоскости конкретной трещины.

Неустойчивые и весьма неустойчивые породы, слагающие ложную кровлю, а на крутом падении и ложную почву, являются одной из наиболее распространенных причин засорения угля в процессе добычи. Анализ литолого-структурных особенностей и условий проявления позволил выделить четыре основных типа ложной кровли:

1. Наиболее часто встречающейся тип аргиллитовой или алевролитовой ложной кровли, по своему составу совпадающей с непосредственной кровлей и ограниченной сверху плоскостями трещин. При значительных площадях распространения мощность этого типа, как правило, не превышает 0,4...0,6 м. Например, аргиллиты и алевролиты в кровле засоряемых и весьма засоряемых пластов m_5 , l_7 , l_6 , l_4 , h_{10} , h_8 Донецко-Макеевского и Красноармейского районов, относящиеся к данному типу ложной кровли, вызывают при своем обрушении относительное приращение мощности пласта 14...32 %.

2. Второй тип ложной кровли обычно представлен одним или двумя слоями аргиллитов или алевролитов суммарной мощностью до 0,8 м, ограниченные сверху поверхностью несогласия (размыва) на которой залегают песчаники или известняки. Например, при наличии над ложной кровлей пласта k_8 известняка (шахты им. Горького и им. Засядько) относительное приращение мощности пласта при его отработке составляло от 7 до 16 %. При перекрытии ложной кровли пласта l_1 по поверхности несогласия песчаником (шахта им. Коротченко) во время отработки было зафиксировано относительное приращение мощности пласта на 14,3 %.

3. Реже встречается тип ложной кровли представленной слоями преимущественно аргиллитов, иногда алевролитов комковатой текстуры со стигмариевыми остатками. Ложная кровля данного типа сверху ограничена прослоями угля или углистого аргиллита. Такой тип ложной кровли обычно встречается при отработке пластов сложного строения, когда производится выемка нижней пачки угля. Мощность этой ложной кровли в основном до 0,45...0,6 м. Например, при отработке пластов l_7 (шахта им. Стаханова) и l_3 (шахта "Добропольская") относительное приращение мощности соответственно составляло 12,3 % и 11,8 %.

4. В исключительных случаях ложную кровлю образуют маломощные слои

песчаника или известняка, содержащие значительную примесь углистого или глинистого материала и перекрытые неустойчивыми породами (шахта "Молодогвардейская" и др.).

Засорение углей при отработке пологозалегающих пластов в значительной степени обусловлено интенсивностью проявления ложной кровли и ее типом. Так, наибольшая величина засорения характерна для ложной кровли первого типа, а наименьшая – для ложной кровли третьего и четвертого типов.

Прогноз эксплуатационной зольности может осуществляться с использованием методов аналогии или геолого-статистического. Метод аналогии, применяемый в настоящее время большинством геологоразведочных и проектирующих организаций, заключается в экстраполяции результатов, полученных в условиях одних объектов, на другие, как правило, пространственно близкие. Практическое использование этого метода не предусматривает количественной оценки степени соответствия аналога и изучаемого объекта. Подбор аналога всецело зависит от квалификации и взглядов исследователя и в этом смысле полностью субъективен.

Разработанный метод комплексного геолого-статистического прогноза эксплуатационной зольности концептуально базируется на системном подходе к изучаемому процессу и осуществляется с учетом конкретных геолого-технологических особенностей условий отработки каждого отдельно взятого угольного пласта (шахтопласта). Первые три этапа прогноза эксплуатационной зольности совпадают с изложенными в работе [1] этапами прогноза устойчивости кровли угольных пластов, предусматривающими последовательное выполнение следующих работ:

- расчет предела прочности пород при сжатии и растяжении (послойных и в массиве) для 15-метрового интервала кровли и 10-метрового разреза почвы угольных пластов по стандартному комплексу геофизических измерений в скважинах с использованием ограниченного количества лабораторных определений;

- выделение и количественная оценка ослабленных кавернозно-трещиноватых зон (КТЗ) в углемерцающих породах по данным геофизических исследований скважин и геологической документации;

- установление типа активной кровли угольных пластов по степени ее устойчивости, обрушаемости и управляемости.

Четвертый этап прогноза предусматривает расчет мощности породного прося, обрушаемого в процессе выемки угля. Использование кондиционных литолого-прочностных карт кровли и почвы угольных пластов, карт распространения КТЗ, карт устойчивости кровли (построенных на первых 3 этапах) позволяет выделить площадь распространения, тип ложной кровли и оценить ее мощность. Анализ перечисленного картографического материала, учитывающий результаты геомеханического моделирования и технологические особенности отработки (тип комплекса, комбайна, скорость продвижения очистного забоя, длина лавы, наличие сопряженных выработок и др.) завершается количественным прогнозом развития вывалов и куполения.

На пятом этапе осуществляется расчет засорения и построение карт прогноза эксплуатационной зольности. При этом используются следующие показатели: мощность угольного пласта и приращение вынимаемой мощности пласта, зольность угля и вмещающих пород, плотность угля и пород. Мощность угольного пласта устанавливается при геологоразведочных работах прямыми измерениями. Мощность вовлекаемых в добычу вмещающих пород определяется в процессе прогноза при выполнении четвертого этапа. Используемые для расчета эксплуатационной зольности значения пластовой зольности определяются при разведке шахтного поля в каждом пластопересечении. Плотность угольных пачек, внутрипластовых породных прослоев и породных слоев, обрушающихся при добыче угля может быть установлена прямыми измерениями в массиве (геофизическими методами), в образцах малой массы из керновых проб и в результате пробных вырубков. Определение плотности возможно и расчетными методами, в которых используются корреляционные связи между плотностью, зольностью и содержанием серы, между действительной и кажущейся плотностями.

Построение карт прогноза эксплуатационной зольности позволяет определять товарную зольность добываемых углей на стадии разведки. Эти карты могут быть использованы для составления перспективных планов при проектировании шахт и обогащительных фабрик, планировании шахтами зольности добываемых и поставляемых потребителям товарных углей. Изучение состава золы угольных пластов с учетом влияния засоряющих примесей позволит разрабатывать безотходные схемы использования всей добываемой шахтами горной массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Широков А.З., Сафронов И.Л., Ишков В.В. Основы прогноза устойчивости углевмещающих пород по комплексу геолого-геофизических методов // Уголь Украины. - 1994. - N 4. - С. 36-38.

УДК 621.868:666.98

В.А. Ленда

ЭФФЕКТ ДИНАМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ДЕБАЛАНСНОГО ПРИВОДА С НЕЛИНЕЙНЫМИ УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ

Розглянуті питання стабільності роботи дебалансного вібраційного приводу з нелінійними пружними зв'язками.

Задача повышения эффективности работы вибрационных технологических машин заключается в выборе рациональных динамических параметров, реализуемых в вибрационном поле, воздействующем на технологическую среду. В настоящее время для всех технологических процессов есть рекомендации как по выбору самих динамических параметров при моногармоническом воздействии, так и по использованию специальных видов колебаний: эллиптических, бигармонических, поличастотных и т.д., создающих неоднородное поле вибрации.

Однако, как правило, работа вибромашин, связанных с переработкой минерального сырья или производством строительных материалов, связана с непрерывным или дискретным изменением величины технологической нагрузки, что в значительной степени сказывается на режиме работы вибрационного привода и приводит к существенному изменению значений реализуемых динамических параметров. При этом резко снижается эффективность вибрационных техноло-