

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ

А.Д.Алексеев, В.Н.Ревва, А.Д.Меляков
Отделение физико-технических горных проблем
ДонФТИ НАН Украины

Здійснений стислий аналіз способів управління станом гірничого масиву та сучасних підходів до вирішення проблем гірничого виробництва. Визначені перспективи та проблеми

Физические процессы горного производства, как наука, тесно связаны с разработкой месторождений полезных ископаемых и, естественно, решает общие проблемы, среди которых одной из основных является управление состоянием горного массива.

В связи с увеличением глубины разработки угольных пластов значительно усложняются условия добычи угля. Горные работы ведутся в очень сложной среде, являющейся неоднородной, анизотропной, гетерогенной и трещиноватой. С углублением работ увеличивается горное давление, газоносность угольных пластов и пород, возрастает температура и интенсивность газодинамических явлений.

Для предотвращения этих опасных явлений возникает необходимость в проведении очень трудоемких и дорогостоящих мероприятий по снижению горного давления в массиве и изменению его физико-механических свойств.

В сложившейся ситуации в угольной промышленности страны все большую актуальность приобретает проблема управления состоянием горного массива.

В процессе деформирования горных пород они могут оказаться в одном из трех состояний - допредельном, предельном и запредельном. При этом объемные изменения деформируемых пород носят двойной характер - на начальной стадии происходит уменьшение объема (уменьшение пористости и закрытие имеющихся дефектов), затем, по мере раскрытия имеющихся трещин и образования новых, объем начинает увеличиваться.

В допредельном состоянии горные породы имеют упругие или квазиупругие свойства.

Под предельным же состоянием принято понимать такие значения и соотношения напряжений, при которых в нетронутом материа-

ле начинается хрупкое разрушение или пластическое течение. Т.е. предельное состояние, это состояние, когда добавка любых напряжений приводит к разрушению твердого тела. Деформирование предельно-напряженных горных пород приводит к переходу их от ненарушенного к связно-нарушенному и нарушенному состояниям. Наряду с объемными изменениями другой важной особенностью механического деформирования пород в предельном состоянии является постепенное, а не мгновенное, уменьшение их сопротивляемости по мере роста деформаций и остаточная прочность.

Воздействуя на массив горных пород физически, химически или технологически с той или иной целью и с учетом конкретных условий, мы можем влиять на его состояние.

Для борьбы с негативными последствиями нарушения естественного равновесного состояния массива, вызванного ведением горных работ, постоянно применяются различные дополнительные мероприятия, влияющие на интенсивность переходных процессов и определяющие свойства и состояние пород в новом положении равновесия. Применение тех или иных дополнительных мероприятий способствует тому, что горный массив становится в большей или меньшей степени управляемым объектом.

Возможность достижения заданного состояния различными путями определяется степенью “управляемости” массива и его “чувствительностью” к дополнительным воздействиям. Как показывает практика ведения горных работ, с увеличением глубины разработки угольных пластов “чувствительность” массива к различным воздействиям возрастает. Это способствовало увеличению в последние годы работ по управлению состоянием массива горных пород.

Способы управления состоянием горного массива разделяются на региональные и локальные. Для заблаговременной профилактической подготовки массива к эффективной и безопасной отработки на него воздействуют с поверхности. Среди основных воздействий на массив через скважины с поверхности можно выделить следующие: гидродинамическое, солянокислотное, физико-химическое, тепловое и многостадийное как для вышеперечисленных воздействий в определенном порядке. Один из важнейших способов управления массивом горных пород - способ подработки-надработки, основной целью которого является предотвращение горных ударов и внезапных выбросов угля и газа на подзащитных пластах. Учитывая одновременно эффективность, технологичность и затраты, среди региональных способов предпочтение может быть отдано способам, основанным на из-

менении свойств и состояния массива горных пород путем обработки его водными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Подробный анализ и библиографию основных локальных и региональных способов управления состоянием горного массива, можно найти в работах [1,2].

Целый ряд научных и практических проблем физических процессов горного производства, связанных с изучением напряженного состояния горного массива в окрестности выработок, было решено с появлением различных установок, моделирующих напряженное состояние. Среди них особо следует отметить установку неравнокомпонентного трехосного сжатия, позволяющую независимо друг от друга создавать по трем осям любые нагрузки до 104 кбар и тем самым на реальных образцах изучать любые напряженные состояния, возникающие в горном массиве на глубинах до 10 км [3]. На этой установке подробно были изучены все три состояния (допредельное, предельное и запредельное, упомянутые ранее), в котором находится горная порода в процессе своего нагружения. Принципиального внимания в этом направлении заслуживают работы, связанные с изучением запредельного состояния, по сути своей - это изучение поведения и несущей способности разрушенных пород [2].

Весьма перспективным следует считать применение современных подходов к исследованию разрушения угля и горных пород с позиции теории трещин. К сожалению, консерватизм привел к тому, что до сих пор большинство горняков изучает предельное состояние горных пород с позиций теории прочности Кулона-Мора. В то время как во всем мире уже более тридцати лет потерю устойчивости твердых тел описывают с применением теории трещин. Теория трещин, основную идею которой (при распространении трещины потерю упругой энергии в твердом теле компенсирует поверхностная энергия) высказал Гриффитс, дает возможность установить в предельном состоянии строгие функциональные зависимости между прочностными, деформационными характеристиками породы, учитывая дефектность структуры и поверхностно-активные среды в них. Для угля и горных пород, где всегда присутствует минерализованная вода и различные газы, это весьма важно. Классическим примером применения теории трещин к изучению предельного состояния горных пород является прогноз выбросоопасности пород по эффективной поверхностной энергии [2,3], которая является интегральной характеристикой сопротивляемости твердых тел распространению трещин.

Весьма перспективным в настоящее время в изучении на молекулярном уровне строения угольного вещества и видов связи его и горных пород с различными флюидами следует считать применение методов радиофизики: ядерного магнитного и электронного парамагнитного резонансов (ЯМР и ЭПР). Использование ЯМР в изучении фазового состояния различных газов в ископаемом угле привело к открытию: метан в угле находится не только в виде газа и сорбированного на поверхности угля, а и растворен в органике угля. Это значит, что метана в угле значительно больше чем считалось ранее. Почти в два раза, если учитывать растворенный метан и заключенный в закрытых порах, из которых он выходит путем твердотельной диффузии [4].

Применение радиофизики для исследования угля и горных пород открывает новые весьма плодотворные направления в создании промышленных способов контроля и управления состоянием горного массива, первые из которых были разработаны и применены в угольной промышленности более 20 лет назад [5-7].

Несмотря на известные трудности, которые переживает сейчас наука в нашей стране, ученые Украины создали новое направление в науке - физика угля, и в этом направлении они находятся на ведущем месте в мире.

Литература

1. Алексеев А.Д., Ревва В.Н., Фролов О.В. и др. Управление состоянием горного массива. Физико-технические процессы горного производства, вып. 2. - 1999. - С. 86 - 96.
2. Алексеев А.Д., Сургай Н.С. Прогноз и управление состоянием горного массива. Киев: Наукова думка. - 1994. - 200 с.
3. Алексеев А.Д., Ревва В.Н., Рязанцев Н.А. Разрушение горных пород в объемном поле сжимающих напряжений. Киев: Наукова думка. - 1989. - 167 с.
4. Alexeyev A.D., Vasilenko T.A., Ulyanova E.V. Closed porosity in fossil coals. Fuel 78, 1999, p.p. 635 - 638.
5. Алексеев А.Д., Сургай Н.С. Методы магнитного резонанса в угольной промышленности. Вестник АН УССР, 14. - 1985. - С. 33 - 43.
6. Алексеев А.Д., Зайденварг В.Е., Синолицкий В.В. и др. Радиофизика в угольной промышленности. Москва, Недра. - 1992. - 183 с.
7. Alexeyev A.D., Ilyushenko V.G., Kuzyara V.I. Coal mass state: NMR-analysis and control. Kiev, Naukova dumka. - 1995. - 220 p.