

Практическое использование изложенных выше предпосылок представляется осуществить следующим образом. Определяется (с доступной степенью точности) напряженно-деформированное состояние обделки с учетом нескольких факторов (глубина залегания, тектоника, если возможно – время). Оценивается прочность обделки на основе традиционного подхода путем сравнения действующих напряжений с предельно допустимыми. Затем крепь условно расчленяется на составные элементы (плоские, сферические, цилиндрические). Если известно общее НДС, то, естественно, известны и усилия в элементах. Оценивается устойчивость элементов. Если обнаруживается, что в каких-то элементах критические значения параметров нагрузок оказываются меньше предельно допустимых с точки зрения прочности, то становится естественным вывод о необходимости оценки несущей способности элемента по критерию устойчивости, а не по критерию прочности.

Далее следует обратиться к формам потери устойчивости опасного элемента. Форма волнообразования показывает, где и в каком количестве располагаются участки с наиболее интенсивными перемещениями. Именно в этих местах следует располагать анкерные крепления, которые ликвидируют опасность потери устойчивости.

УДК 622.363

Виноградов В.В.

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ НЕДР

Добыча полезных ископаемых в Украине характеризуется резким снижением их качества, сокращением количества легкодоступных месторождений, увеличением интенсивности проявления сил, оказывающих негативное воздействие на человека, технику и окружающую среду, что ведет к росту затрат и падению конкурентной способности сырья и, как следствие, постепенному разрушению минерально-сырьевой базы Украины. В обеспечении возможности преодоления такой тенденции и создания надежных, безопасных и эффективных технических средств и технологий освоения недр ведущая роль в системе горных наук принадлежит геомеханике – науке о закономерностях проявлений природных и техногенных сил в массиве горных пород, основной задачей которой является оценка, прогноз, контроль и управление интенсивностью таких проявлений.

Массив горных пород представлен неоднородной минеральной средой, содержащей различного масштаба трещины, разрывы, полости, блоки, в которой под действием природных сил с большей или меньшей активностью возникают и протекают различные процессы, изменяющие свойства и геомеханическое состояние горных пород и зачастую проявляющихся в виде землетрясений, горных ударов, внезапных обрушений пород, разрушениях полостей и др. В связи со сложностью воздействия на подобные природные процессы, массив пород в общем случае представляет собой неуправляемый объект, находящийся в неравновесном состоянии. Однако при изучении влияния техногенных воздействий, в частности, параметров технологий проведения и крепления выработок, нетронутый массив пород может рассматриваться как замкнутая макросистема, находящаяся в состоянии статистического равновесия. В качестве физических величин, характеризующих геомеханическое состояние массива, могут рассматриваться компоненты полей напряжений и деформаций, прочностные, деформационные и реологические свойств пород, степень их нарушенности и др.

Проведение горных выработок и другие виды техногенного воздействия горных работ выводят макросистему из состояния равновесия. Нарушение равновесия тем больше, чем больший запас внутренней энергии, накопленной в массиве. При определенных условиях даже незначительные техногенные воздействия (бурение шпура) могут вызвать самопроизвольное, внезапное разрушение горных пород вблизи выработки, привести к деформированию и разрушению подземных сооружений и оборудования.

Для уменьшения негативных последствий таких процессов широко применяются разнообразные региональные и локальные мероприятия, которые изменяют с опасного на неопасный характер развития разрушения массива пород при ведении основных технологических процессов.

Вместе с тем, из всех известных и широкоприменяемых расчетных методов, базирующихся на представлениях массива пород как упругой, пластичной, вязкой, сыпучей среды, следует, что такие мероприятия становятся эффективными только при воздействиях, которые приводят к возмущениям большим, чем напряжения, чем те, что действуют в массиве. Аналогичная тенденция необходимости роста мощности воздействия с глубиной наблюдается при применении большинства традиционных технологий. Так, с глубиной ухудшаются буримость, взрываемость, резание горных пород в забое вы-

работки, а в то же время на удалении от забоя все в большей мере проявляется их склонность к самопроизвольному разрушению. На преодоление такого отрицательного воздействия глубины затрачиваются огромные материальные, энергетические и трудовые ресурсы, а попытки преодолеть указанные трудности изменением традиционных технических средств и технологий ведения горных работ все чаще приводят к достижению их предельных возможностей.

В Институте геотехнической механики НАН Украины исследованиями, выполненными в 70-90 годах, показано, что все отмеченные трудности в большей или меньшей мере связаны с переходом углепородного массива вблизи выработок в предельно напряженное состояние и проблема состоит в том, чтобы научиться управлять поведением массива в этом состоянии.

Анализ, систематизация и обобщение результатов испытаний на одноосное, двухосное и трехосное сжатие при простых и сложных путях и условиях нагружения образцов всего разнообразия осадочных пород показали, что для всех их запредельное поведение на стадии перехода в нарушенное состояние может быть классифицировано по механизмам развития в них микротрещиноватости и разделено на хрупкое и квазихрупкое разрушение, прерывистое проскальзывание, псевдопластическое и пластическое течение. При этом энергоемкость запредельного деформирования пород минимальна в условиях, реализующих хрупкое разрушение и максимальна в условиях пластического течения.

Деформирование после достижения предела прочности геоматериалов в условиях хрупкого или квазихрупкого разрушения сопровождаются резкой потерей ими несущей способности. Одной из наиболее характерных черт процесса разупрочнения есть разрыхление, которое связано с более интенсивным развитием запредельных деформаций перпендикулярно действию наибольшего главного напряжения. Коэффициент запредельных поперечных деформаций достигает значений 3-10, при этом более высокие его значения наблюдаются у хрупких пород. Блокирование разрыхления теми или иными способами или действиями приводит к переводу разрушения на более энергоемкие механизмы.

Именно это и является сутью выявленной ранее неизвестной закономерности, которая зарегистрирована как научное открытие: «Закономерность разрушения предельно напряженных пород при слабых воздействиях» (авто-

ры А.Ф. Булат, В.В. Виноградов, В.Н. Потураев, А.Н. Зорин), диплом № 1, выдан ассоциацией авторов научных открытий в 1992 г. с формулой открытия "Экспериментально установлена неизвестная раньше закономерность разрушения предельно напряженных пород при слабых воздействия", которая состоит в том, что активизация разрушения горного массива возрастает при слабых (на один и более порядков, значениях меньших значений текущего предела прочности) возмущениях его напряженного состояния пропорционально степени разрыхляемости пород.

Блокирование или деблокирование разрыхления малоэнергоемкими воздействиями реализовано в ряде технологий горных работ, как механизм управления состоянием и свойствами массива горных пород, а именно в технологиях малоциклового управления состоянием призабойной зоны угольного пласта, гидродинамического воздействия на выбросоопасные пласты, охраны горных выработок. Эти разработки вошли в цикл работ по научному обоснованию, разработке и внедрению ресурсосберегающих методов и технологий управления свойствами и состоянием напряженного угленосного массива малоэнергоемкими воздействиями, за который в 1996 г. присуждена Государственная премия Украины в области науки и техники (А.Ф. Булат, В.В. Виноградов, К.К. Софийский, В.В. Репка, А.П. Калфакчян, Е.А. Воробьев). Дальнейшее развитие работ в этом направлении позволит решить ряд острейших проблем освоения недр на больших глубинах.

УДК 622.363

Б.М. Усаченко, В.Д. Кожушный, Р.Б. Лесовицкая

КОНЬЮНКТУРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГИПСА

Специфика эксплуатации гипсовых месторождений определяется их инженерно-геологическими условиями, литолого-геомеханическими особенностями пластов полезных ископаемых и принятыми системами разработки. Относительно широкое распространение гипсовых месторождений, залегающих на небольших глубинах (100 – 250 м), большая мощность пластов (10 – 60 м), поликомпонентное содержание минерального сырья (гипс, ангидрид, доломит) и высокая устойчивость гипсовых обнажений в условиях применения камерно-столбовых систем разработки предопределяют две