

устойчивости выработок в сложных горно-геологических условиях. Очевидно, что одним из направлений является адаптация крепи к распределению нагрузок по контуру выработки с учетом их асимметрии; вторым - изменение геомеханической структуры приконтурной зоны пород путем управления в заданных направлениях и на заданную глубину физико-механическими свойствами окружающего выработку породного массива.

УДК 622.016.63

В.В. Левит, В.Б. Усаченко

**РЕШЕНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АНКЕРНОЙ СТЯЖНОЙ
КРЕПИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ САМОЗАПИРАНИЕ
ПРИКОНТУРНЫХ ПОРОД**

Изучение природы и механизма протекания деформационных процессов в приконтурных породах вблизи выработок и взаимодействия системы “крепь - породный массив” показывает, что к числу особенностей, определяющих невысокую эффективность применения известных решений по охране горных выработок относятся: 1) неоднородность полей напряжений и деформаций в породном массиве, определяемая его литолого-геомеханическими характеристиками и горно-технологическими факторами; 2) развитие дезинтеграционных процессов в массиве пород, вызывающих формирование локальных и протяженных зон по длине выработок и вглубь массива с различными структурными и механическими свойствами пород; 3) развитие больших зон нарушенности пород вокруг выработок, сопровождающееся запредельным деформированием и существенным понижением прочности пород; 4) возведение крепи без предварительного распора и несвоевременное включение ее в работу; 5) низкая сопротивляемость и адаптация крепей к асимметрии и нарастанию нагрузок на них, являющихся причиной снижения эффекта равнопрочности крепи и эффекта арочности; 6) понижение несущей способности крепи в контактных зонах и при самопроизвольном увеличении пролета поддерживаемой вы-

работки в связи с формированием зоны неупругих деформаций; 7) слабая восприимчивость крепей к динамическим нагрузкам.

Из сказанного вытекают две предпосылки для обоснования решений по поддержанию горных выработок: геомеханическая и технологическая. Первой определяются принципы управления состоянием породного массива путем целенаправленного воздействия на него. Геомеханическое воздействие должно быть направлено на улучшение показателей механического состояния горных пород, которыми определяется характер поведения всей системы “крепь - породный массив” или ее части, например, пород почвы выработок. Существенным здесь является правильный выбор параметров задаваемых воздействий (несущая способность и податливость крепи, время ее установки) и последовательность осуществления управляющих воздействий, реализация которых обеспечит возмущающие реакции массива, вызывающие требуемый эффект в части понижения роли одних и усиления роли других факторов, что в совокупности обеспечит достижение желаемого результата по повышению устойчивости выработки.

Технологическая предпосылка определяет конструктивные решения по созданию средств задающих и управляющих воздействий и обоснованию регламентов их применения, при которых достигалось бы качественное и количественное улучшение параметров системы “крепь - породный массив” при ее работе в требуемом геомеханическом режиме. Из выше сказанного очевидно, что воздействие на породный массив может быть внутренним (различные виды обработки массива) и внешним (активное воздействие на массив по контуру выработки).

Совокупный учет обеих предпосылок предопределяет такую системную ориентацию в выборе решений по управлению горным давлением в выработках: управляющее воздействие на породы контура выработки для повышения ее устойчивости может быть достигнуто применением таких средств крепления, которые обеспечили бы активное влияние на породы в процессе их возведения и долговременное регулируемое воздействие на массив в процессе эксплуатации выработки, достигаемое за счет использования гор-

ного давления (перемещения пород) как энергетического фактора самозапираания приконтурных пород.

Анализ известных средств для крепления горных выработок показывает, что эффект самозапираания горных пород по контуру выработки может быть достигнут применением анкерных стяжных крепей (АСК). Проведенные в ИГТМ НАН Украины исследования на шахте "Павлоградская" в Западном Донбассе показали эффективность применения АСК в условиях больших перемещений пород в полость выработки, и особенно при преобладающем опускании кровли. Апробация АСК в сочетании с арочной крепью на шахте "Центральная - Ирмино" в Донбассе подтвердила целесообразность ее использования в условиях асимметричных нагрузок на крепь. Высокая эффективность АСК подтверждена ее применением на шахтах США.

Отличительная особенность в механизме работы АСК связана с регламентом ее установки и взаимодействием с приконтурным массивом. Устанавливаемые под определенным углом к контуру выработки анкера длиной 2,2 - 3,0 м натягиваются между собой с помощью стяжных устройств или переносных домкратов. Передаваемые усилия, возникающие при натяжении стяжек, соединяющих анкера, через установленные на стяжки подкладки, формируют в массиве зоны сжатия, при этом конструкция АСК работает на растяжение. Таким образом, применение АСК создает необходимый подпор по контуру выработки. Сформировавшиеся первоначально в приконтурном массиве зоны сжатия включают в работу породы и повышают эффект арочности вокруг выработки. В условиях плоской кровли в выработках АСК не только обеспечивает подвязку и сшивку слоев, упрочнение массива, но и формирует в горных породах напряжения сжатия, характерные для фермы, состоящей из треугольных элементов, что существенно улучшает работу системы "крепь - массив". Следует подчеркнуть, что высокая адаптивность АСК к эпюре деформаций пород контура позволяет разработать решения по изменению характера запредельного деформирования горных пород вблизи выработок, используя эффект малоэнергетических воздействий. Отмечая конструктивные особенно-

сти АСК, укажем, что это крепь непределельных размеров (сечений). Комбинируя элементы ее конструкции, можно поддерживать крупномасштабные подземные сооружения и большепролетные сопряжения горных выработок, например, штрек-лава. Изучение геомеханических процессов в вертикальных стволах и на их сопряжениях с горизонтальными выработками показывает, что АСК перспективна для использования ее в качестве временной крепи при поддержании протяженных участков и сопряжений стволов с горизонтами. Представляется, что целесообразно ее применение в контактных зонах и при ремонте стволов.

Используя данные шахтных геомеханических исследований, разработаны теоретические основы технологии самозапираания приконтурных пород для повышения устойчивости горных выработок путем применения АСК самостоятельно или в сочетании с другими крепями. Учитывая возможные особенности эксплуатации АСК и условия поддержания выработок, сформулированы конструктивные и технологические требования к новым эффективным видам АСК. Разработаны конструкции и паспорта крепления горных выработок АСК в широком диапазоне угольных, рудных, калийных и нерудных шахт. В целях использования отработавших свой срок канатов шахтных подъемных установок разработан типоряд канатной АСК. Учитывая перспективу использования крепи в выработках с большими перемещениями, предложены конструкции АСК с различной податливостью.

На базе изложенных материалов разработаны рекомендации по применению АСК, которая проходит испытания на различных шахтах.