

СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

У статті викладені основні проблеми проведення гірничих виробок, а також запропонован засіб випереджаючого анкерного кріплення зі зміцненням шару порід, що анкерується.

A METHOD CONDUCT MINE WORKINGS

The article describes the main problems of heading mining workings. And as a method of advanced the roof bolting with consolidation of the layer of rocks, which are installed anchors.

С увеличением глубины разработки месторождений полезных ископаемых одним из наиболее актуальных стал вопрос поддержания горных выработок в процессе их эксплуатации. Многолетние исследования, проведенные по этому направлению, позволили разработать ряд способов повышения устойчивости горных выработок. Однако опыт внедрения этих способов показал, что продолжительность их эффективного воздействия на массив ограничена и существенно зависит от своевременности применения. В сложных горно-геологических условиях увеличиваются затраты на поддержание горных выработок. Тем не менее, многие из них находятся в неудовлетворительном состоянии. Значительные смещения пород и недостаточная несущая способность крепи обуславливается большим объемом ремонтных работ при поддержании выработок и увеличении себестоимости угля.

Современным требованиям «экономически эффективной и безопасной угледобыче» наиболее полно отвечает технология сохранения выработок для длительного использования. Расходы на ремонт и поддержание подготовительных выработок на горных предприятиях Украины составляет 15%–35% от суммарных затрат на добычу угля. Вместе с тем возникает необходимость ремонта (перекрепления) выработки, сохраняемой для повторного использования. Так, при длине крыла выемочного участка 1500м, времени отработки участка 18 месяцев и времени подготовки нового столба 10 месяцев смещения кровли по данным ВНИМИ для пород с крепостью 50МПа составляет 984мм, пучение почвы - 2491мм. Если выработка закреплена пятизвенной арочной крепью с податливостью 600мм и минимальное ее сечение в свету 11,2, то потребуется ее перекрепление - один раз, а подрывку почвы произвести - девять раз. Величина смещений пород, а следовательно, и частота и стоимость ремонта выработки, зависит от глубины ведения работ, сопротивляемости пород деморфированию, времени отработки столба. Так при глубине залегания выработки 500м перекрепление не понадобится, а подрывку почвы нужно было бы произвести только 5 раз [1]. Несмотря на огромный объем выполняемых ремонтных работ, объем выработок находящихся в неудовлетворительном состоянии, остается огромным - 15...20% от общей про-

тяженности поддерживаемых выработок. Отказ от повторного использования подготовительных горных выработок приводит к увеличению в 1,7–1,8 раза стоимости проведения горных выработок, необходимых для подготовки выемочного поля, и не позволяет из-за недостаточных темпов проведения подготовительных выработок осуществить своевременное воспроизводство фронта очистных работ. Проблема крепления и охраны подземных выработок в угледобывающей промышленности Украины остается первостепенной, от успешного решения которой во многом зависят объемы добычи угля в отрасли и рентабельность работы угольных предприятий.

Проблема обеспечения устойчивости подготовительных выработок выемочных участков является одной из основных проблем подземной разработки угольных пластов, без решения которой не возможны обеспечение безопасности горных работ и повышение технико-экономической эффективности эксплуатации угольных шахт. Научные исследования и практика работы шахт показывают, что при стоимости проведения и крепления 1 км подготовительных выработок в пределах от 5 до 9 млн. грн. [1] современным требованиям экономически эффективной и безопасной угледобычи на шахтах Украины, разрабатывающих пологие угольные пласты мощностью 0,85–2 м, наиболее полно отвечает технология сохранения выработок для повторного использования с помощью применения эффективных анкерных крепей, крепей усиления и искусственных охранных конструкций. Анкерная крепь давно нашла применение для решения проблем охраны выработок. Так, впервые анкеры с относительно низкой несущей способностью использовались для подшивки слабого приконтурного слоя к прочному в глубине массива и для сшивания ими нескольких слабых слоев пород. Создание анкеров с большей несущей способностью дало возможность с их помощью упрочнять и повышать устойчивость слабых пород. В Великобритании и Германии в последние годы разработаны сталеполимерные и тросовые анкеры с грузонесущей способностью от 250 до 1000 кН, которые отличаются высокой работоспособностью в большом диапазоне горно-геологических и горнотехнических условий. Такие анкеры и являются инструментом для реализации новой технологии опорного крепления [5].

Однако практика применения на шахтах, отработывающих пласты мощностью до 2 м в сложных горно-геологических условиях (большие глубины разработки, наличие зон повышенного горного давления, слоистые и трещиноватые породы непосредственной кровли и труднообрушающиеся породы основной кровли) существующих видов анкерных крепей и крепей усиления с рабочей несущей способностью 50–150 кН/м², а также существующих охранных конструкций показала их недостаточную техническую и экономическую эффективность или безопасность применения [2-4]. При выборе их параметров в соответствии с действующими нормативными документами состояние охраняемых выработок часто является неудовлетворительным.

Неудовлетворительное состояние выработок ухудшает условия проветривания выемочных участков, снижает безопасность ведения горных работ, вы-

зывает необходимость выполнения в них трудоемкого и дорогостоящего ремонта, что снижает нагрузки на очистные забои и в конечном итоге приводит к неэффективной работе шахт.

В настоящее время отработка пластов на шахтах осуществляется по технологии с повторным использованием подготовительных выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством. Одним из перспективных направлений совершенствования способов проведения и поддержания горных выработок явилось создание и освоение анкерных крепей. Эти работы выполнялись большим коллективом зарубежных и отечественных специалистов.

Таким образом, суть новой технологии сводится к созданию с помощью анкеров в приконтурном массиве системы высокопрочных опор, на которых блокируются смещения пород в выработку. При этом задача самостоятельной анкерной крепи заключается в том, чтобы повысить устойчивость приконтурных пород [1].

Важную роль в формировании конструкции с высокой несущей способностью играет выбор направления армирования пород. Проведенными исследованиями на образцах доказано, что анкер в наибольшей мере ограничивает смещения массива, если он установлен перпендикулярно к плоскости возможного трещинообразования. Это происходит в том случае, если анкер расположен в направлении минимальной компоненты напряжений.

Система породных блоков в таком поле напряжений сжата и ее несущая способность максимальна. Анкер практически не влияет на смещение пород, если он установлен параллельно плоскости возможного трещинообразования. Происходит это тогда, когда анкер размещен в направлении промежуточной компоненты напряжений, величина которой близка к наибольшей. Система породных блоков в таком поле напряжений растягивается и ее несущая способность минимальна [4].

С отходом забоя вблизи выработки происходит перераспределение напряжений — от состояния, характерного для нетронутого массива, до характерного для массива с протяженной незакрепленной выработкой, в результате чего породы приконтурной зоны подвергаются воздействию дополнительных напряжений. Опоры, имея большую жесткость, воспринимают на себя основную часть этого воздействия. Незакрепленный массив, воспринимая меньшую часть воздействия, деформируется внутрь выработки и переходит в равновесное состояние. Однако, в зависимости от расстояния между опорами и в связи с пониженной нагрузкой на незакрепленные породы их равновесие может достигаться в пределах упругих деформаций. Кроме того, взаимодействие опор и незакрепленных пород формирует поле напряжений сжатия с достаточно большими значениями минимальной компоненты, что также препятствует возникновению процессов разупрочнения и разрыхления в приконтурном массиве.

Выбрать или рассчитать необходимую ориентацию анкера можно только в случае одиночной выработки. При наличии влияния смежных выработок и

очистных работ поле напряжений существенно преобразуется и выбор ориентации анкеров прогнозирование их влияния существенно усложняются. Современная анкерная крепь — мощное средство управления горным давлением, позволившее на принципиально новой основе подойти к разрешению проблемы безремонтного поддержания выработок в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Исходя из вышеизложенного коллективом авторов Института геотехнической механики НАН Украины разработан новый перспективный способ проведения горных выработок, позволяющий снизить затраты на их крепление и поддержание, повысить их устойчивость.

Способ проведения горных выработок оформлен как изобретение, которое относится к горному делу, а именно к способам проведения горных выработок (МКИ E21D20/00, E21D9/00) с применением опережающей анкерной крепи при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Известен способ проведения горных выработок, где в качестве крепления используют анкерную крепь, включающий бурение наклонных опережающих шпуров в направлении проведения выработки и установку в них анкеров, причем после наклонной части бурят криволинейный участок, а потом шпур бурят перпендикулярно к продольной оси выработки [6].

Недостатком известного способа является ненадежность работы анкера в зоне расслоения пород, высокая энергия разрушения сплошности массива горных пород в забое и отсутствие обеспечения противовыбросных мероприятий.

Известны также способы создания трещин в плоскости перпендикулярной оси скважины [7] и способ создания сети газопроводящих трещин в горном массиве [8].

Недостатки данных способов состоят в том, что они обеспечивают дегазацию и противовыбросные мероприятия в горном массиве, но не обеспечивают работу анкерного крепления.

В основу изобретения поставлена задача повысить устойчивость окружающих выработку пород и снизить энергию разрушения сплошности горных масс в забое и их выбросоопасность.

Это решается тем, что в известном способе проведения горных выработок, включающем бурение шпуров впереди забоя проводимой выработки, с последующей установкой в них анкеров, согласно изобретению, у забоев шпуров, чередующихся по длине от проектного контура выработки, за зоной анкерования, последовательно проводят серию перпендикулярных оси шпура непересекающихся между собой локальных гидроразрывов раствором, уменьшающим свой объем по мере затвердевания.

Проведение последовательных перпендикулярных гидроразрывов перед анкерованием обеспечивает сжатие «сшивающих» анкерами слоев, что обеспечивает более эффективную работу анкерного крепления, снижение затрат на крепление и поддержание выработок, а также повышение их устойчивости.

При заполнении трещин гидроразрыва раствором, уменьшающим свой

объем по мере затвердевания, обеспечивается разгрузка горных пород в зоне их выемки, и, как следствие, образование дополнительной сети трещин, способствующих снижению энергии разрушения сплошности горных пород в забое и их выбросоопасности.

Предложенный способ проведения горных выработок позволит снизить затраты на их крепление и поддержание, повысить их устойчивость, снизить энергию разрушения сплошности горных пород в забое.

На рисунке 1 изображена горная выработка, крепление которой осуществляется по предлагаемому способу.

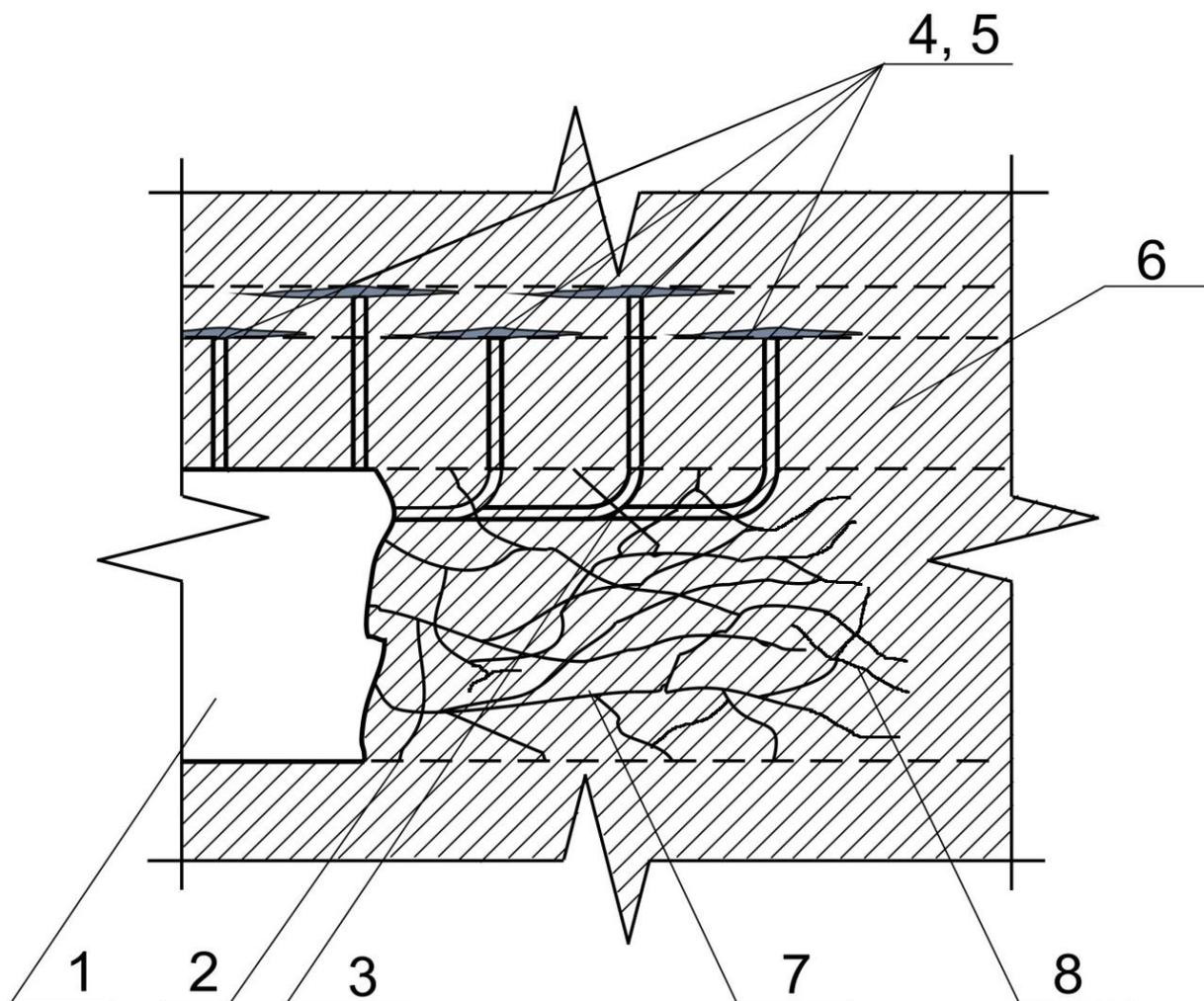


Рис. 1 - Схема проведения горных выработок с опережающим анкерным креплением

Технология предлагаемого способа крепления при проведении горных выработок реализуется следующим образом.

Из забоя 1 по контуру проходимой горной выработки 2 с помощью устройства для направленного бурения шпуров бурят опережающие шпуровые бурения 3 по дугообразным линиям. При этом наклонную часть каждого шпура 3 бурят внутри контура выработки 2 на глубину равную длине заходки, а из наклонной части с интервалом по длине бурят дополнительно перпендикулярно на-

правленные участки шпуров. Затем при помощи гибкого герметизатора устройствами для гидроразрыва проводят перпендикулярный оси шпура, над зоной анкерования, локальный гидроразрыв 4. Через герметизатор в полученную после гидроразрыва полость закачивают песчаноцементный раствор 5. Затем ту же операцию проводят последовательно в остальных шпурах 3. Увеличенное давление горного массива сжимает породы в зонах анкерования 6 и проектного участка выработки 7. Затем в ориентированные перпендикулярно продольной оси проводимой выработки участки шпуров 3 вставляют гибкие анкеры (трос, провод) и замоноличивают твердеющей смесью. После затвердевания песчаноцементного раствора 5, зона пород в контуре выработки 7 теряет дополнительное давление и разжимается. После нескольких циклов "нагрузка-разгрузка" происходит образование дополнительной сети трещин 8 в зоне выемки пород 7. При этом зона анкерования 6 остается неизменно сжатой. Расположение анкеров в более сжатом массиве обуславливает лучшее "скрепление" пачек слоев пород, что позволяет анкерам более эффективно предохранять выработку от деформаций и обрушений. После окончания работ по опережающему креплению проводят работы по добору контура выработки 2 буровзрывным (используя соосный выработке участок шпуров для заряжения и взрывания ВВ) или комбайновым методами. Затем описанный цикл операций повторяется до полной проходки выработки 2 на проектную длину.

В результате опережающего возведения анкеров по предлагаемому способу исключается возможность расслоения и обрушения слабых пород в призабойное пространство проводимой выработки, т. е. достигается повышенная устойчивость окружающих выработку пород, и за счет появления дополнительной сети трещин в вынимаемой части массива, снижается энергия его разрушения и выбросоопасность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Науковий вісник, НДУ, 2 0 1 0 , № 6
2. Кошелев К.В., Петренко Ю.А., Новиков А.О. Охрана и ремонт горных выработок.—М.: Недра, 1990.—220 с.
3. Горная энциклопедия.—М.: Советская энциклопедия, 1984
4. Виндов В. В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок.—К.: Наукова думка, 1989.
5. Заславский Ю.З., Дружко Е.Б. Новые виды крепи горных выработок. М.: Недра.1989.- 256с.
6. Пат. 1002594 СССР, Способ опережающего крепления горных выработок с помощью анкеров / + В.Ф. Горбунов, Б.К. Кретов, В.М. Скоморохов; заявитель и патентообладатель Кузбасский политехнический институт и Комплексный отдел Института Горного дела Сибирского отделения АН СССР - №19813259817; заявлено 11.03.1981.; опубл. 03.07.1983, Бюл.№9.
7. Пат. 1286770 СССР, Способ образования трещины в плоскости, перпендикулярной оси скважины / + В.С. Кулинич, В.И. Тейтель, В.И. Задожний, В.Ф. Лазовский, Ю.А. Герасименко, Н.В. Санжаренко; заявитель и патентообладатель Институт Геотехнической механики АН УССР; заявлено 18.06.1985.; опубл. 30.01.1987, Бюл.№4.
8. Пат. 76863 Украины, Способ создания сети газопроводных трещин в горном массиве / + А.Ф. Булат, Е.Л. Звягильский, И.А. Ефремов, В.Г. Перепелица, Б.В. Бокий, Л.Д. Шматовский, Г.Л. Сергийченко; заявитель и патентообладатель Институт Геотехнической механики НАН Украины и АП шахта "им. А.Ф. Засядько"; заявлено 20041109293 12.11.2004.; опубл. 15.09.2006, Бюл.№9.

