

УДК 622.281.74.

А.А. Гладких, Л.М. Коновалов, А.В. Ремезов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ВЫРАБОТКАХ ПРИ НАДРАБОТКЕ ИХ ЛАВОЙ

Анкерование подземных выработок, как способ поддержания кровли, впервые было применено в США в 1947 году в связи с началом внедрения комбайнов типа "Континиус майнер" для добычи угля, как при проходке штреков, так и при выемке угля в камерах. Использовался простейший анкер в виде длинного болта с продольной прорезью на конце и вставленным в нее клином. Болт вводили в пробуренную в кровле скважину и под действием ударов клин разжимал верхнюю часть стержня, фиксируя его в породе кровли, поддержание которой производилось с помощью надетой на болт пластины.

С применением анкерной крепи появилась возможность быстрого маневрирования для комбайнов и обслуживающих их самоходных вагонов, что в целом дало возможность существенно увеличить полезное время работы машин и, как следствие, обеспечить рост добычи угля и производительности труда на шахтах США. Расширение объемов добычи с применением камерно-столбовой системы разработки способствовало быстрому развитию конструкций анкеров и средств механизации их установки. Следует отметить, что эффективным явилось также анкерование кровли в выемочных штреках, проводимых по углю при отработке длинных лав обратным ходом, так как при этом уменьшился расход крепежных материалов, сократились трудовые затраты на возведение крепи и время на концевые операции за счет использования средств механизации и были обеспечены безопасные условия ведения работ в целом.

Совершенствование анкерного крепления происходит как в части создания конструкций анкеров с повышением надежности их фиксации в скважинах, так и специального оборудования для бурения скважин и установки анкеров.

Выполненные работы по совершенствованию техники и технологии анкерования кровли и боков штреков позволили обеспечить значительное увеличение темпов проходки, дали возможность на отдельно взятых шахтах иметь в работе одну лаву с годовой добычей 3-4 млн.т.

В результате интенсивных поисков более совершенных конструкций в начале 70 годов началось использование анкеров с быстротвердеющими синтетическими смолами, фиксирующими стержень анкера по всей длине скважины.

Таким образом, широкое внедрение анкерного крепления подготовительных выработок на угольных шахтах сыграло первостепенную роль в дальнейшем развитии очистных работ, повышении

технико-экономических показателей комплексно-механизированных забоев и шахт в целом.

Наряду с интенсивным развитием техники и технологии закрепления анкерной крепи совершенствовались методы расчета анкерных систем крепления, главная задача которого заключается в том, чтобы способствовать самоподдержанию массива. Поэтому в основе теории горной крепи лежит исследование ее взаимодействия с горными породами. Параметры систем крепления зависят от геотехнических свойств трещин и ненарушенной породы, размеров и формы выработок, концентрации напряжений в массиве и уровня допустимых деформаций в пройденных выработках. Значительное влияние на параметры имеет глубина расположения горных выработок относительно земной поверхности и комплекса горно-строительных и эксплуатационных работ.

В настоящее время годовые объемы крепления горных выработок анкерным креплением на шахтах Кузбасса и по угольной промышленности России в целом достигают 60-70 % от общего объема проведения горных выработок, а на отдельных шахтах превышают 90%.

Применяемая в настоящее время «Инструкция ...» [3] предназначена для использования при проектировании и производстве работ по возведению и эксплуатации анкерной крепи на шахтах России в течение всего срока службы выработок во всех типичных для угольных шахт России горно-геологических и горнотехнических условиях. Область действия настоящей Инструкции распространяется на большой диапазон выработок, но наряду с этим инструкция не распространяется на применение анкерной крепи в специфических и особо сложных условиях.

За пределами действия Инструкции применение анкерной крепи следует производить по специальным проектам, разрабатываемым на основе рекомендаций ВНИМИ и других организаций, имеющих соответствующие лицензии, где с учетом специфики и сложности условий должны предусматриваться дополнительные меры безопасности и постоянные наблюдения за проявлениями горного давления и состоянием крепи для принятия, при необходимости, оперативных решений по ее усилению.

На горных предприятиях нередко встречаются с необходимостью совмещения тех или иных производственных процессов во времени и пространстве.

На ОАО «шахте им. Кирова», входящей в состав «СУЭК-Кузбасс» в г. Ленинск-Кузнецком,

столкнулись с необходимостью совмещения работ по времени проведения подготовительных выработок по пл. Поленовскому в зоне влияния как оставаемого опорного межлавного целика по пласту Болдыревскому, так и в зоне динамической составляющей опорного давления надрабатывающей лавы по пл. Болдыревскому.

С целью обеспечения технического обоснования расчета анкерной крепи и инструментального контроля состояния контура и крепи проводимых печей по пл. Поленовскому был привлечен ООО «ЦАКК» («Центр Анкерного Крепления Кузбасса»). Сотрудниками «ЦАКК» были установлены станции непрерывного контроля смещений (ст. РГ-2) через каждые 100м выработки, а также ежемесячно проводился инструментальный контроль (диагностика) качества закрепления анкерных стержней, а также оценка состояния контура горной выработки и крепи.

Для инструментальной оценки проявлений горного давления в выработках пласта Поленовского специалистами «ЦАКК» проводились шахтные исследования на замерных станциях, установленных в конвейерном уклоне, путевом уклоне, вентиляционном уклоне, вентиляционной печи и конвейерной печи по пл. Поленовскому. Замерным станциям для конкретизации были присвоены номера, которые соответствуют номеру горной выработки, в которой была установлена замерная станция.

Замерная станция №1 заложена в конвейерном уклоне №1, состоит из 5-ти почвенных реперов и 4-х боковых реперов (рис. 1).

Состояние выработки на участке замерной станции на начало наблюдений.

Крепление: 4 анкера А20В в кровле; перетяжка решетчатой затяжкой; верхняк из швеллера № 8; шаг установки 1,0м; правый бок выработки закреплен «штрипсом» в два ряда, левый бок выработки не закреплен; отслоения пород с кровли на всем участке станции от 0 до 0,2 м; в местах выпадения кровли верхняк прижат и повторяет контур выработки.

Состояние выработки после проведения наблюдений.

Отслоения породы: в замковых частях по всей длине выработки до 1,0м от кровли, 0,1-0,2м с незакрепленного бока и от кровли до верхнего «штрипса», (0,5м) с закрепленного бока; отжимы боков выработки на всю высоту выработки мощностью до 0,3-0,4м; пучение почвы ближе к центру выработки.

Замерная станция №2 заложена в вентиляционном уклоне №2, состоит из 5-ти почвенных реперов (рис. 2).

Состояние выработки на участке замерной станции на начало наблюдений.

Крепление: 4 анкера АКС в кровле; перетяжка решетчатой затяжкой, верхняк из швеллера № 8; шаг установки 1,0м; бока закреплены «штрипсом»

в два ряда; отслоения пород до 0,3м у крайних анкером; боковые отжимы отсутствуют.

Состояние выработки после проведения наблюдений.

Крепь выработки до начала подработки усилена подхватами в два ряда из СВП, подхваты расположены в 1,0м от каждого бока и закреплены на анкера А20В с каждого края; деформации контура выработки и крепи отсутствуют за исключением отслоений пород в замковых частях.

Замерная станция №4 заложена в путевом уклоне №4, состоит из 5-ти почвенных реперов (рис. 2).

Состояние выработки на участке замерной станции на начало наблюдений.

Крепление: 4 анкера А20В в кровле; перетяжка решетчатой затяжкой; верхняк из швеллера №8; шаг установки 0,8м; бока закреплены на 2 анкера напротив каждого верхняка с металлическими пластинами 0,3×0,3 и перетянуты сеткой «рабица». Отслоения пород кровли по всей ширине и на всю протяженность замерной станции, достигающие 0,15-0,2м.; отжимы с боков отсутствуют.

Состояние выработки после проведения наблюдений.

Состояние контура выработки и крепи не изменилось по сравнению с первоначальным.

Замерная станция №5 заложена в вентиляционной печи №5, состоит из 5-ти почвенных реперов.

Состояние выработки на участке замерной станции на начало наблюдений.

Крепление: 4 анкера А20В в кровле; перетяжка решетчатой затяжкой; верхняк из швеллера № 8; шаг установки 0,9м; левый бок закреплен «штрипсом» в два ряда. Отслоения пород кровли локальные 0,15-0,2м; отжимы с боков выработки отсутствуют.

Состояние выработки после проведения наблюдений и после надработки лавой по пласту Болдыревскому.

По всей длине выработки сплошные отслоения породы и угля в замковых частях выработки. Отслоения по незакрепленному боку выработки до 1/3 по высоте выработки и мощностью до 0,1м, локально отжимы бока мощностью до 0,5м на всю высоту выработки. По закрепленному боку выработки отслоения в основном от кровли до верхнего «штрипса», который в 0,5м от кровли.

Замерная станция №6 заложена в конвейерной печи №6, состоит из 5-ти почвенных реперов.

Состояние выработки на участке замерной станции на начало наблюдений.

Крепление: 4 анкера А20В в кровле; перетяжка решетчатой затяжкой; верхняк из швеллера №8; шаг установки – 0,8 до 1,0 м; один бок выработки закреплен на «штрипс» в два ряда. Отслоения пород кровли по всей печи до 0,3-0,4 м отжимы с боков выработки отсутствуют.

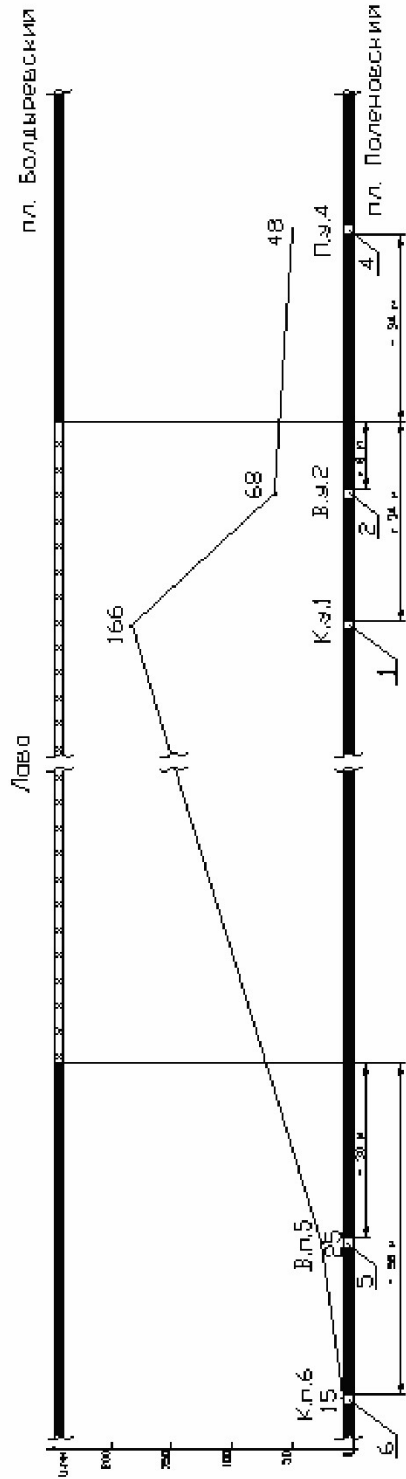


Рис. 1. График распределения значений максимальной конвергенции в наработываемых выработках пл. Поленовского относительно краевых частей лавы по пл. Болдыревскому в период отработки

Схема замеров на замерных станциях №2-6

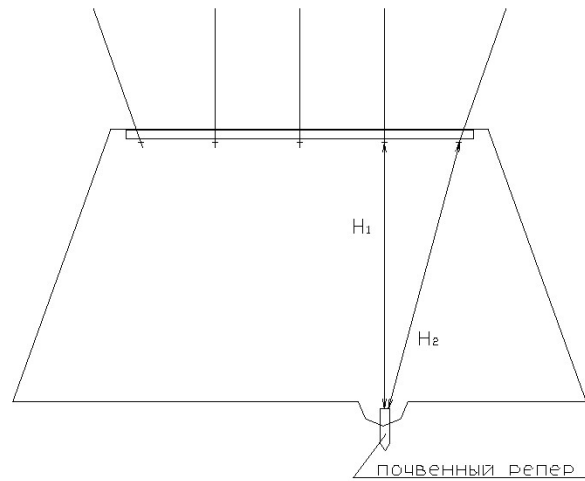


Схема замеров на замерной станции №1

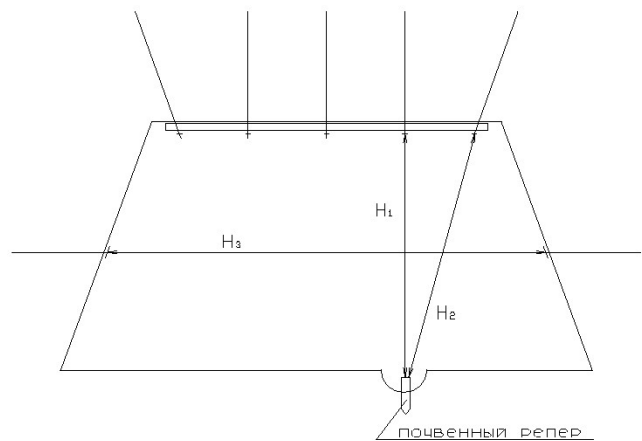


Рис. 2. Схема замеров вертикальной и горизонтальной конвергенции в выработках пл. Поленовского

Состояние выработки после проведения наблюдений

В замковых частях выработки по обоим бокам выработки имеются отслоения пород и угля. Отслоения в кровле остались прежними. Деформаций элементов крепи не выявлено.

Известно, что интенсивная релаксация напряжений в породах вокруг подготовительных выработок происходит в непосредственной близости от формируемого забоя как впереди в массиве, так и в контурных слоях массива, в результате чего

формируется зона неупругих деформаций (зона трещиноватых, расслоенных пород) во времени и на определенном удалении от забоя. Наблюдениями за конвергенцией пород вокруг подготовительных выработок на шахтах Ленинского и Беловского угольных районов Кузбасса установлено, что в основном формирование зоны неупругих деформаций происходит вокруг подготовительных выработок, закрепленных рамной крепью, в период поддержания 1,0-1,5 месяца, а наиболее интенсивная конвергенция происходит за 10-15

дней, после чего происходит уменьшение скорости конвергенции и последующая её стабилизация на определенном уровне.

Согласно [2], общая продолжительность про-

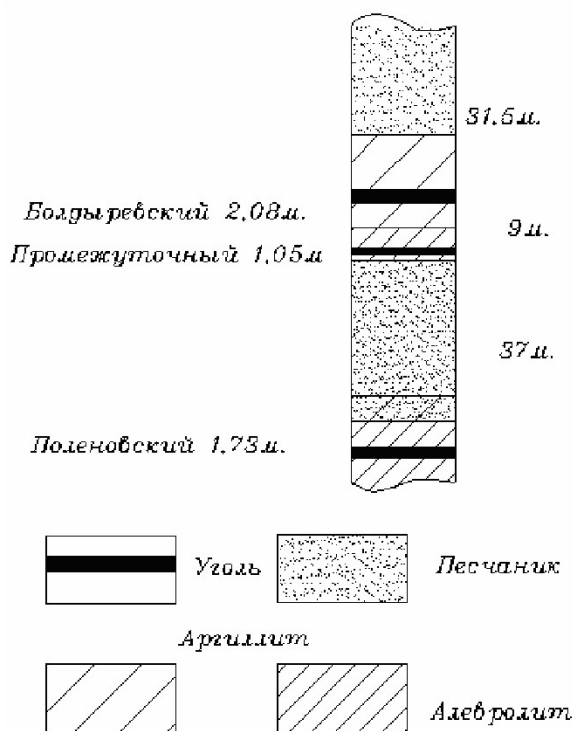


Рис. 3. Состав пород междупластья пл. Поленовского и Болдыревского определенной по скважине, пробуренной в столбе лавы

цессов сдвижения пород до поверхности на глубине отработки лавы по пл. Болдыревскому от 245 до 415 м составит при скорости подвигания очистного забоя 100 м/месяц от 5 до 8 месяцев, а период опасных деформаций вокруг зоны обрушения от 2 до 3 месяцев. Передача повышенных напряжений на межпластовую толщу (45 м) от краевой части этой лавы происходит по традиционной схеме во времени, но фактическая скорость подвигания лавы составила в среднем 215 м/месяц, что вдвое превышает максимальную по табл. 7.8 из [2]. В связи с этим полученные нами значения изменения скорости конвергенции за период инструментальных исследований в выработках пласта Поленовского позволяют уточнить общую продолжительность процесса сдвижения на период опасных деформаций связанных с надработкой выработок пл. Поленовского очистными забоями по пл. Болдыревскому.

Проведенные работниками наблюдения и измерения на замерных станциях №1,2,4,5,6 позволили точно определить средние смещения кровли в конвейерном уклоне №1 до влияния надработки было около 62 мм, в вентиляционном уклоне №2 около 125 мм, в путевом уклоне №4 – 88 мм, в вентиляционной печи №5 – 59 мм и конвейерной печи №6 – 58 мм. Фактически подтверждаются смещения пород кровли в вентиляционном уклоне

№2 выше значений допустимой податливости сталеполимерной анкерной крепи некоторыми локальными деформациями элементов анкерной крепи, выявленных еще до инструментальных наблюдений.

Под краевую часть, а, следовательно, и действие динамической составляющей опорного давления от краевой части попали две выработки и, как следствие, именно в этих выработках измерены наибольшие значения конвергенции, а также произошли значительные деформации контура и крепи этих выработок. Сведения, описанные выше, можно использовать для получения выводов как о критической геомеханической ситуации на стадии поддержания выработок по мере их надработки, так и для выводов о возможном подержании в определенных зонах.

Средняя конвергенция пород в заанкерованном конвейерном уклоне №1 составила 124 мм за 128 суток наблюдений, уклон находился на расстоянии 34 м от краевой части пл. Болдыревского, формируемой по мере отработки лавы по пл. Болдыревскому, и в то же время попал под перемещающуюся линию забоя лавы (подвижную краевую часть). В процессе подхода лавы участок горной выработки между сбойками с №4 по №7 был не пригоден для дальнейшей эксплуатации, что потребовало проведения параллельного конвейерного уклоня №1^{бис} общей протяженностью 350 м.

Вентиляционный уклон №2 также испытал на влияние двух зон краевых частей пл. Болдыревского и средние значения измеренной конвергенции составили всего лишь около 40% от конвергенции пород в конвейерном уклоне №1.

Замерные станции №4,5,6 находились вне зоны влияния подвижной краевой части лавы пл. Болдыревского и на них получены меньшие значения конвергенции. В связи с измеренными величинами можно утверждать, что подвижная зона краевой части надрабатывающих лав пл. Болдыревского в случаях её влияния на выработки пласта Поленовского создает запредельные напряжения в межпластовой толще пород и создает условия опасных деформаций контура и крепи в подготовительных выработках пл. Поленовского.

При качественной оценке можно условно принять в данной геомеханической ситуации степень вредного влияния надработки на выработки пласта Поленовского в процентном отношении. Если принять величину измерений средней конвергенции пород в конвейерном уклоне №1 вредной на 100%, то соответственно в вентиляционном уклоне №2 эта степень может быть оценена в 40%, в путевом уклоне №4 – в 27%, в вентиляционной печи №5 – 17% и конвейерной печи №6 – 8%.

Становится очевидным, что максимальное изменение напряжений вокруг надрабатываемых выработок возникает в случае их проведения и поддержания впереди подвижной краевой части

надрабываемого пласта, которая перемещается своим фронтом перпендикулярно оси этих выработок, а те выработки, которые находятся вне подвижной краевой части, но расположены даже в зонах ПГД от оставляемых опорных целиков и зон краевых частей ранее образованных испытывают меньшую степень влияния этой надработки. Дальнейшее поддержание таких выработок теперь уже зависит от степени влияния на них повышенного горного давления от краевых частей и опорных целиков, оставленных по надрабываемому пл. Болдыревскому параллельно продольной оси этих выработок.

На рис. 1 показан график распределения значений максимальной конвергенции в надрабываемых выработках пл. Поленовского, располагаемых на различных расстояниях от краевой части, оставленной по пл. Болдыревскому.

В результате анализа данных измерений по всем замерным станциям становится очевидным то, что повышенные напряжения возникли вокруг выработок пл. Поленовского по мере их надработки лавой пл. Болдыревского. При их приближении в плане к обрушенному пространству ближе 50 м максимум влияния отмечен на удалении от 34 до 68 м за линией надрабываемой лавы. Зона влияния динамической составляющей опорного давления от влияния надработки равна в среднем опережающая – 51 м и активная за линией надрабываемой лавы 152 м, т.е. 203 м в целом при фактическом подвигании надрабываемой лавы более 200 м (месяц и при мощности междупластья 45 м).

Из результатов шахтных наблюдений следует, что надрабываемые выработки наиболее целесообразно располагать за пределами зон вредного влияния временного и остаточного опорного давления надрабываемых лав, т.е. за пределами зоны распространения вредного влияния опорного давления движущейся надрабываемой лавы и за пределами зоны вредного опорного давления, возникающего под краевыми частями надрабываемых пластов и целиков, оставляемых по последним. Во всех случаях следует стремиться к проведению выработок после отработки надрабываемого пласта, т.е. в ранее полностью надрабываемом массиве.

Рекомендации

1. Для подготовительных выработок, проводимых по пл. Поленовскому вне зон влияния очистных работ, использовать вариант схемы и средства крепления выработок по аналогу расчета и крепления вентиляционного уклона № 2 с гарантией безремонтного поддержания не менее 6 лет.
2. Исключить варианты надработки подгото-

вительных выработок пл. Поленовского очистными работами по пл. Болдыревскому при совмещении в плане проводимой или поддерживаемой выработки по пл. Поленовскому и подвижной краевой части очистных забоев по пл. Болдыревскому.

3. В случае ожидаемого совмещения подвижной краевой части очистных забоев по пл. Болдыревскому с подготовительными выработками, поддерживаемыми или проводимыми по пл. Поленовскому на расстоянии до 10м, длину и плотность анкерных стержней увеличивают в 1,4 раза от расчетных.

4. Для обоснования усиления крепи подготовительных выработок пл. Поленовского в непосредственной близости от надрабываемой лавы в плане (до 50 м) использовать коэффициент увеличения сопротивления (1,08-1,4) основной штрековой крепи в соответствии с полученными данными.

5. Проводить и поддерживать подготовительные выработки по пл. Поленовскому в надрабываемом массиве с отставанием от подвижной краевой части действующего очистного забоя по пл. Болдыревскому не менее протяженности его месячного подвигания. В случае непредвиденного снижения скорости месячного подвигания очистных забоев менее 200м в месяц - с отставанием (разрывом) во времени не менее чем в 2 месяца.

6. В качестве дополнительной усиливающей крепи основного анкерного (крепления подготовительных выработок по пл. Поленовскому в зонах ПГД и в непосредственной близости от краевых частей надрабываемых лав по пл. Болдыревскому) принимать составные или канатные анкера длиной не менее 4,5м с креплением химическими скрепляющими составами, как локально (1-2м), так и на всем протяжении (АК-02). Количество усиливающих анкеров принимать согласно расчетному обоснованию с учетом степени вредного влияния надработки с коэффициентом увеличения общего сопротивления основной штрековой анкерной крепи 1.08-1.4.

7. В случае использования стоечной усиливающей крепи степень усиления сопротивления основной штрековой крепи принимать в зависимости от условий поддержания с коэффициентом увеличения 1.08-1.4.

8. Расчет параметров сталеполлимерной анкерной крепи, проводимых в надрабываемом массиве с отставанием в плане от подвижной краевой части более месячного подвигания и более 2-х месяцев во времени производить с учетом разгрузки массива по мере надработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горное давление в подготовительных выработках угольных шахт. / Г.Г. Штумпф, П.В.Егоров, А.И.Петров, Б.В. Красильников // М.: «Недра». 1996.

2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. С-Петербург, ВНИМИ. 1998.
3. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России, С-Петербург, 2000г.
4. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. ВНИМИ. Ленинград.1986.
5. Расчет анкерной крепи для различных условий применения / Широков А.П., Лидер В.А., Писляков Б.Г. // М.: Недр, 1976. – 209с.
6. Отчет по исследованиям проявлений горного давления в выработках пл. Поленовского при надработке их лавой по пл. Болдыревскому. Под методическим руководством к.т.н., директора ООО «ЦАКК» Коновалова А.М. / Ленинск-Кузнецкий, 2006.
7. Анкерное крепление горных выработок за рубежом. Анализ опыта создания, становления и современного состояния / П.В. Егоров, А.В. Ремезов, С.Е. Решетов и др. // Академия горных наук: Под ред. Академика АГН П. В. Егорова. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2001. – 211 с.

□ Авторы статьи

Гладких
Алексей Александрович
– студент группы МГд-061

Коновалов
Леонид Михайлович
– к.т.н., директор ЦАКК
(Центр анкерного крепления
Кузбасса)

Ремезов
Анатолий Владимирович
– д.т.н., проф. каф. «Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом»

УДК 622.33:658.011.46

В.Г. Харитонов, А.В. Ремезов

ДАЛЬНЕЙШЕЕ ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОАО «ШАХТА «ЗАРЕЧНАЯ»

Шахта «Заречная» сдана в эксплуатацию в 1953 г. с проектной мощностью 150 тыс. т угля в год как опытный участок по совершенствованию гидравлической технологии добычи и транспортировки угля. В 1956 г. была выполнена первая реконструкция шахты с увеличением проектной мощности до 300 тыс. т в год. В 1960 г. проведена ее модернизация с приростом проектной мощности до 450 тыс. т в год.

В 1964 г. институт «ВНИИгидроуголь» выполнил проект реконструкции, предусматривающий углубку шахты на гор. – 20м. Проектная мощность шахты увеличилась до 750 тыс. т в год. Реконструкция была закончена в 1971 г., а в 1973 г. была освоена проектная мощность.

Приказом бывшего Минуглепрома СССР от 24.06.76 г. № 371 шахте была установлена производственная мощность 850 тыс. т в год, которая осваивалась шахтой в 1976-1979 гг.

В 1983 г. «ВНИИгидроуголь» выполнил проект освоения западной прирезки (юго-западного крыла Ленинской синклинали), на котором мощность шахты составляла 850 тыс. тонн в год. Реализация этого проекта была начата в 1984 г. (проходка клетового и наклонных стволов), но в связи с отвлечением подрядной организации на пусковые объекты других шахт, работы по вскрытию запасов западной прирезки велись силами шахты с большим отставанием, а с 1988 г. финансирование было прекращено.

В 1990 г. институт «Кузбассгипрошахт» выполнил ТЭР вскрытия и подготовки западной прирезки шахты «Заречная» ОАО «Ленинскуголь», предусмотрев перевод шахты на «сухую» технологию добычи и транспортировки угля.

В 1993 г. институтом «Кузбассгипрошахт» был выполнен «Проект технического перевооружения конвейерного транспорта (II очередь) шахты «Заречная» АСП «Ленинскуголь», по которому с 1994 г. шла реконструкция шахты.

В августе 1997 г. был сдан в эксплуатацию I пусковой комплекс (наклонный конвейерный ствол надшахтное здание, галерея на угольный склад, лава № 901) и начата добыча угля по сухой технологии.

В ноябре 2003 г. на замену пласту Польшаевскому-1 введен в эксплуатацию пласт Польшаевский-2.

В настоящее время шахта заканчивает горные работы по пласту Польшаевскому-2 в границах западной прирезки. Пласт Польшаевский-1 в настоящее время доработан, и начаты работы по пл. Надбайкаимскому, обрабатывается первый очистной забой. В одновременной работе находится семь подготовительных забоев.

Шахта отнесена к сверхкатегорной по газу метану и опасной по взрываемости угольной пыли. Пласты Польшаевский-1, Надбайкаимский и Байкаимский склонны к самовозгоранию, в отличие от пластов Польшаевский-2 и Спутник. Глубина