© А.В. Беликов, 2007

УДК 622.28

А.В. Беликов

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КРЕПЕЙ УСИЛЕНИЯ С ВЫСОКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Научные исследования и практика работы шахт показывают, что современным требованиям экономически эффективной и безопасной угледобычи на шахтах Российской части Донбасса, разрабатывающих пологие угольные пласты мощностью 0,85–2,0 м на глубинах от 100 до 1160 м, с средне- и труднообрушающимися породами кровли, наиболее полно отвечает технология сохранения выработок для повторного использования с помощью применения эффективных анкерных и рамных крепей, а также крепей усиления при охране выработок искусственными охранными конструкциями.

Исследования, проведенные в выемочных выработках на действующих шахтах региона, показывают, что в 90 % выемочных штреков не отмечается существенного пучения пород почвы, сложенных крепкими песчаниками и песчаными сланцами, а конвергенция кровли и почвы обусловлена в основном смещениями пород кровли. При этом доля смещений пород кровли в зоне за первым очистным забоем составляет от 49 до 79 % от величины её общих смещений за весь срок службы выемочных выработок.

Для всех повторно используемых выемочных выработок на шахтах региона с использованием действующих нормативных документов [1, 2] производится расчет ожидаемых смещений кровли, по которым выбираются параметры анкерной и рамной крепи, крепи усиления и охранных конструкций.

Смещения кровли за весь срок службы повторно используемого выемочного штрека при его креплении анкерной крепью и крепью усиления, определяемые по Инструкции [1] не должны превышать 300 мм, а при креплении трехзвенной арочной металлической крепью согласно Инструкции [2] – 350-400 мм (без учета зазоров за крепью). При превышении этих значений, по представлению разработчиков Инструкций [1, 2] анкерные крепи разрушаются, а рамные деформируются и требуют ремонта.

С учетом неизбежных смещений кровли в зоне опорного давления второго очистного забоя на величину до 50-100 мм, это означает, что в зоне за первым очистным забоем фактические смещения кровли по оси штреков не должны превышать 200-350 мм.

Обеспечение указанных выше предельных смещений кровли согласно Инструкциям [1, 2] возможно практически в любых горно-геологических условиях (за исключением зон повышенного горного давления от целиков и краевых частей смежных пластов), при условии, если повторно используемые штреки закреплены анкерной сталеполимерной или рамной крепью с расчетным сопротивлением 60-110 кН на 1 м^2 кровли, а в зоне влияния первого очистного забоя в

штреках будет дополнительно установлена крепь усиления из 2-3 деревянных или податливых металлических стоек с расчетным сопротивлением до 75-100 кН на 1 $м^2$ кровли.

При этом охрана штреков за первым очистным забоем на пластах мощностью до 2 м должна производиться жесткими и ограниченно-по-датливыми охранными конструкциями (тумбами из железобетонных и деревянно-бетонных блоков, органными рядами из деревянных стоек, литыми полосами), обеспечивающими податливость не более 15-25 % от вынимаемой мощности пласта.

Суммарное сопротивление органных рядов по Инструкции, устанавливаемых под деревянные верхняки и на деревянные лежни, на 1 м длины штрека должно составлять от 1500 до 2500 кН (6-12 стоек на 1 м), тумб из деревянно-бетонных блоков типа БДБТ и БДБ от 3000 до 5000 кН на 1 м (1-2 тумбы на 1 м), а литых полос 12000-17000 кН на 1 м.

Несмотря на установку в выработке крепей с необходимым расчетным сопротивлением и охранных конструкций с требуемой жесткостью и плотностью установки практика поддержания повторно используемых выработок на шахтах региона показывает, что фактические смещения кровли в выемочных штреках за первым очистным забоем, часто значительно превышают указанные выше расчетные значения.

На шахте «Гуковская» ОАО «Гуковуголь» поддерживался для повторного использования штрек №453 на пласте $К_5^{1-в}$ мощностью 1,86 м. Непосредственная кровля штрека представлена слоистым песчаным сланцем с остатками детрита по напластованию, мощностью 5,5 м и прочностью на одноосное сжатие 58-65 МПа. Штрек, залегающий на глубине 525 м, крепился рамной арочной крепью и крепью усиления в виде двух деревянных стоек устанавливаемых под каждую раму. При суммарном расчетном сопротивлении податливой рамной крепи и крепи усиления равном 175 кПа, штрек охранялся трехрядным органным рядом, установленным на брус и под брус в соответствии с требованиями Инструкций [1, 2].

При смещениях кровли более 1440 мм на расстоянии 20 м за лавой из-за поломки органного ряда и интенсивных деформаций рамной крепи и крепи усиления штрек не перекреплялся, а в присечку к нему проходился вентиляционный штрек.

В штреке №0356 пласта I_3 шахты «Западная» при вынимаемой мощности пласта 1,75 м в непосредственной кровле залегает тонкослоистый песчано-глинистый сланец, мощностью от 2 до 7 м и прочностью 55-60 МПа. Основная кровля сложена среднеобрушающимся песчаником. Глубина заложения штрека составляет 750 м.

При суммарном расчетном сопротивлении податливой рамной крепи и крепи усиления равном 238 кПа (2,22 рамы и 4,44 деревянных стоек крепи усиления на 1 м длины штрека), штрек охранялся тумбами из деревянно-бетонных блоков типа БДБ в количестве 2,0 тумбы на 1 м длины штрека и однорядным органным рядом.

Смещения кровли над тумбами не превысили 300-400 мм (17-23 % от вынимаемой мощности пласта). В этих условиях расчетные смещения кровли по оси штрека согласно Инструкциям [1, 2] не должны превышать 300 мм. Однако уже на расстоянии 20 м за линией очистного забоя смещения кровли в штреке составили 1410 мм, и штрек был перекреплен с подрывкой пород кровли.

В штреке № 23 пласта $К_2$ шахты «Обуховская» при поддержании штрека на глубине 680 м при суммарном рас-

четном сопротивлении анкерно-рамной крепи и крепи усиления из податливых стоек трения равном 279 кПа, штрек охранялся тумбами из деревянно-бетонных блоков типа БДБ в количестве 1,4 тумбы на 1 м длины штрека и однорядным органным рядом.

Смещения кровли над тумбами не превысили 300-340 мм (20-26 % от вынимаемой мощности пласта). Однако на участках штрека №23, где в кровле залегал тонкослоистый и обводненный песчаный сланец прочностью 70-90 МПа с ослабленными контактами в виде «зеркал скольжения», глинки трения и углистых пропластков, мощностью 2,5-6 м, смещения кровли не стабилизировались, а отмечалось постепенное выпучивание заанкерованных пород непосредственной кровли.

В результате через год после отработки лавы №23 смещения кровли по оси штрека увеличились до 800-1000 мм, и из-за недостаточной высоты штрек пришлось частично перекрепить.

Аналогичные явления имеют место на пластах l_6- $l^н_6$ шахт им. 50-летия Октября и «Алмазная», пласте K_6 шахты «Гуковская» и ряде других шахтопластов, где приходится проходить новые штреки в присечку к старым или перекреплять их с выпуском пород кровли.

Дальнейшее увеличение плотности установки анкерной и рамной крепи, а также крепи усиления в штреках нецелесообразно из-за отсутствия требуемых Правилами безопасности зазоров для транспортных средств и людей, а также по технико-экономи-ческим причинам из-за невозможности обеспечения скорости проведения выработок достаточной для воспроизводства фронта очистных работ.

Для повторно используемых подготовительных выработок, поддерживаемых на шахтах Российского Донбасса, весьма актуальной задачей является изыскание эффективных крепей усиления с высокой несущей способностью, оптимальной податливостью и невысокой стоимостью.

В работе [3] было предложено использовать в качестве крепей усиления, выкладываемые на штреке между рядами анкеров или рамами крепи тумбы из деревянно-бетонных блоков (БДБ) диаметром 630 мм и высотой 150 мм или диаметром 800 мм и толщиной 110 мм. У кровли выработки тумбы БДБ расклиниваются отрезками бруса или распилами.

В таблице приведены основные технические характеристики и стоимость используемых на шахтах региона крепей усиления: деревянных стоек диаметром >200 мм, податливых стоек трения из СВП27 с замками ЗПК, гидравлических стоек типа 2ГСК17 и тумб из блоков БДБ при расчетной высоте 3 м.

Анализ данных таблицы показывает, что крепь усиления в виде тумб из блоков БДБ имеет несущую способность в 10-26,7 раз выше, чем обычно применяемые на шахтах региона деревянные стойки и стойки трения. По соотношению «несущая способность/ цена» данная крепь также превосходит другие крепи усиления.

По указанным причинам было предложено использовать крепь усиления в виде тумб БДБ в повторно используемых подготовительных выработках со смещениями кровли от 800 до 2000 мм на шахтах с наиболее сложными горно-геологическими

Основные характеристики и стоимость используемых на шахтах региона крепей усиления *

Тип крепи	Номинальная несущая способность единицы крепи, кН	Податливость крепи усиления, мм	Предел прочности почвы на вдавливание, МПа	Стойкость крепи в шахтных условиях	Стоимость единицы крепи, руб., без НДС
Деревянные стойки	150	300	4,8	не стойкая	174
Стойки трения	200	700	5,0	стойкая	1960
Гидростойки	300	1000	4,3	стойкая	16290
Тумбы из блоков**	3000/4000	300/200	9,6/8,0	стойкая	3560/5600

* – с учетом деревянных прокладок у почвы или кровли и металлических прокладок у почвы у гидростоек;

** – блоки БДБ соответственно диаметром 630/800 мм.

условиями («Гуковская», им. 50-летия Октября, «Алмазная», «Западная», Обуховская»), отрабатывающих угольные пласты на глубинах от 700 до 1160 м.

При поддержании конвейерного штрека №417 на шахте им. 50-летия Октября, расположенном на глубине 1120 м, закрепленном рамной крепью типа КМП-А3 из СВП27 с плотностью установки 1,11 рам на 1 м и при установке под каждую раму двух деревянных стоек крепи усиления и охране штрека тумбами БДБ смещения кровли на расстоянии 20 м за лавой составляли от 1500 до 1700 мм.

Деформации крепи и вывалы из кровли потребовали осуществлять перекрепление штрека перед лавой №419, отстающей от лавы №417 на 70-100 м. При испытаниях из-за недостаточной поставки блоков БДБ на шахту не удалось выдержать рекомендуемый шаг установки тумб БДБ в штреке равный 1,8 м.

При установке на штреке №417 дополнительной крепи усиления в виде тумб из блоков БДБ диаметром 630 мм с шагом установки 2,7-4,5 м, смещения пород кровли в штреке за лавой №417 уменьшились с 1500-1800 мм до 800-1000 мм, то есть в 1,8-2,0 раза по сравнению с базовым вариантом. Это практически обеспечило соблюдение требуемых Правилами безопасности зазоров и высоты выработки до подхода второй лавы и позволило получить значительный экономический эффект.

При креплении конвейерного штрека №459 на шахте «Гуковская» арочной металлической крепью с плотностью 1,11 рам на 1 м длины штрека и крепью усиления в виде тумб из блоков БДБ, устанавливаемых через 2,7-4,5 м в сочетании с деревянными стойками и охране штрека тройным органным рядом, по сравнению с крепью усиления состоящей из двух деревянных стоек, удалось уменьшить конвергенцию кровли и пучащей почвы в штреке на расстоянии до 20 м за первой лавы на 1000 - 1200 мм. Это позволило беспрепятственно осуществлять пересып угля с лавного конвейера на штрековый конвейер и погашать штрек с практически полным извлечением рамной крепи.

В процессе проведенных испытаний выявилась излишняя податливость блоков тумб БДБ используемых в качестве крепи усиления, была зафиксирована потеря устойчивости отдельных тумб, и разрушение верхнего блока верхняком рамной крепи.

Для устранения указанных явлений рекомендовано для блоков БДБ, используемых для выкладки тумб на штреке, уменьшить высоту выступов над обоймами блоков до 5 мм, что позволит уменьшить общую податливость тумбы до 100-150 мм. Для повышения устойчивости тумб следует помещать их без зазора между четырьмя деревянными стойками, устанавливаемых на брус и под брус под кровлю выработки между рамами крепи или анкерными подхватами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Инструкция* по расчету и применению анкерных крепей на угольных шахтах России. ВНИМИ. СПб., 2000. – 69 с.
2. *Инструкция* по выбору рамных податливых крепей горных выработок. Изд. 2-е, перераб. и доп./ ВНИМИ. Л., 1991. – 125 с.
3. *Беликов В.В., Беликов А.В.* Эффективные параметры анкерной сталеполимерной крепи, крепи усиления и охранных конструкций для поддержания выемочных выработок глубоких шахт. Научно - технические проблемы разработки угольных месторождений шахтного и подземного строительства: Сб. науч. тр./Шахтинский ин-т ЮРГТУ (НПИ). - Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2005. с. 76-79. ГИАБ

Коротко об авторах

Беликов Александр Викторович – аспирант кафедры ППГСиСМ, Шахтинский институт ЮРГТУ (НПИ), Новочеркасск.

Статья представлена кафедрой ППГСиСМ Шахтинского института ЮРГТУ (НПИ).

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ТАМАРИН Денис Владимирович	Разработка скважинного эмиссионного метода выявления потенциально опасных по разрушению зон в условиях гипсового рудника	25.00.16	к.т.н.