МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

Институт горного дела и геологии

Академия строительства Украины

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ШАХТ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, организованной кафедрой «Строительство шахт и подземных сооружений» ДонНТУ

Посвящается 90-летию горного факультета ДонНТУ

Выпуск№19

Донецк - 2013

УДК 622.235.012
Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. Сб. научн. трудов. Вып 19, – Донецк: «Норд – Пресс», 2013. – 356 с.

В сборнике приведены результаты научных разработок молодых ученых, аспирантов и студентов, которые представлены на международную конференцию 3 - 5 апреля 2013г., организованную кафедрой «Строительство шахт и подземных сооружений» Донецкого национального технического университета.

Сборник предназначен для специалистов шахтостроителей, строителей подземных сооружений и студентов вузов горных специальностей.

Утверждено на заседании ученого совета горного факультета ИГГ

Редакционная коллегия

докт. техн. наук, профессор ДонНТУ
действительный член Академии строительства Украины,
проф. ДонНТУ, зам.зав.каф. СШиПС — Борщевский С.В.

докт. техн. наук, профессор ДонНТУ,
действительный член Академии
строительства Украины, зав.каф.СШиПС, ДонНТУ — Шевцов Н.Р.

докт. техн. наук, профессор ДонНТУ,
действительный член АГН Украины,
Ген. дир. ШСК «Донецкшахтопроходка» — Левит В.В.

докт. техн. наук, профессор НГУ,
действительный член Академии
строительства Украины, зав.каф.ГС, НГУ — Шашенко А.Н.

канд. техн. наук, доцент
зам.зав.каф. геостроительства ИЭЭ НТУУ (КПИ)
— Вапничная В.В.

докт. техн. наук, профессор,
проф. ТулГУ — Копылов А.Б.

докт. техн. наук, профессор,
ШИ ЮРГТУ, иностранный член Академии
строительства Украины — Прокопов А.Ю.

Компьютерная верстка

Д.т.н., проф, — Борщевский С.В.

За справками обращаться по адресу:
83000, г. Донецк, ул. Артема, 58, Донецкий национальный технический университет, кафедра «Строительство шахт и подземных сооружений», тел. 301-09-23, 301-09-83, 301-03-23

E-mail: borshevskiy@gmail.com,
const@mine.dgtu.donetsk.ua

УДК 622.28.5

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК, ЗАКРЕПЛЕННЫХ АРОЧНОЙ ПОДАТЛИВОЙ КРЕПЬЮ

Проф., д.т.н. Петренко Ю.А., инж. Резник А.В., студ. Смыков Д.В., ДонНТУ, г. Донецк

Под устойчивостью горной выработки понимается ее способность в течение всего срока эксплуатации сохранять заданные размеры и форму (в т.ч. крепи) [8,9]. Это понятие объединяет устойчивость породных обнажений и крепи, которые взаимодействуют между собой, т.е. система крепь-массив.

Эффективность применения металлических арочных крепей с точки зрения создания системы крепь-массив в большей степени зависит от возможности учета направлений преобладающих смещений породной толщи, а также от времени возникновения плотного контакта между крепью и массивом. Отечественными и зарубежными разработчиками предложено большое количество конструкций крепей, призванных решить эти проблемы.

В ДонГТУ разработана крепь АПК-3, состоящая из четырех взаимозаменяемых элементов, соединенных тремя нижними и тремя верхними замками, которые перемещаются вместе со звеньями при работе крепи в режиме податливости. Конструкция хорошо зарекомендовала себя в условиях интенсивных боковых нагрузок [1]. В Кузбассе применяется подковообразная арочная трехзвенная крепь из СВП, которая хорошо сопротивляться боковым смещениям и нагрузкам [2]. В ИГД им. А.А. Скочинского разработана крепь МПК-А4 [2], верхний сегмент которой состоит из двух отрезков профиля СВП, соединяемых между собой податливым кулачковым узлом. Наличие податливого узла в своде арки обеспечивает боковую податливость. В Санкт-Петербургском горном институте создана конструкция складывающейся металлической крепи. Каждая рама крепи состоит из двух криволинейных стоек и верхняка, соединяемых с помощью специальных замков, выполняющих функции узлов податливости и шарниров. В зависимости от величины и направления прогнозируемых смещений элементы крепи могут быть соединены по трем различным схемам [2]. Имеются также конструкции кольцевых податливых крепей КМП-К4, КПК, КПК-ПЛ, рекомендуемые для применения в условиях всестороннего горного давления [2].

В Германии разработана многозвенная крепь для поддержания горизонтальных выработок за счет увеличенной податливости с учетом установки арок в плотном контакте с боковыми породами [2].

Разрабатываются также средства повышения устойчивости арочной податливой крепи за счет различных способов ее усиления, увеличения ее жесткости в направлении преобладающих смещений без существенных конструктивных изменений [3,8]. Предложена напрягающая стяжка [4], которая выполняется на уровне замков податливости и натягивается при помощи винтовых домкратов. Натяжение стяжки создает в верхняке момент, противоположный моменту от внешней косонаправленной нагрузки.

Многие исследователи отмечают взаимосвязь качества и свойств забутовки закрепного пространства с последующей устойчивостью выработки [1, 2, 4, 5, 6]. Кроме забутовки породой вручную и тампонажа закрепного пространства, рассмотренного выше, используется механизированное заполнение пустот измельченной породой [3,5] с помощью забутовочных машин, а также укладка за крепь тканевых рукавов с твердеющими смесями [4]. Имеется опыт заполнения закрепного пространства пенопластом [7]. Названные способы имеют ограниченное применение, поскольку для их реализации необходимо дополнительное оборудование, размещаемое в стесненных условиях проходческого забоя, и выполнение операций по забутовке закрепного пространства трудно совместить с другими технологическими процессами, что сдерживает темпы проходческих работ.

Под охраной горной выработки понимают дополнительные мероприятия, направленные на повышение устойчивости выработки и улучшение условий работы крепи [3]. В зависимости от воздействия на породный массив можно выделить основные группы этих мероприятий, влияющих на устойчивость системы крепь-массив: использование благоприятных

горно-геологических и технических условий, укрепление пород, разгрузка породного массива от повышенных напряжений и комбинированные способы.

Для способов охраны, объединенных в первой группе, следует отметить, что расположение выработки в крепких породах способствует повышению устойчивости крепь-массив. Это же можно отнести и к рациональному расположению выработок относительно подрываемых слоев пород, при условии создания плотного контакта между крепью и породным контуром известными способами.

Поддержание подготавливающих выработок в зонах региональной разгрузки не исключают необходимости дополнительных мероприятий по повышению устойчивости системы крепь-массив [5]. Рациональное взаиморасположение выработок направлено на снижение взаимовлияния, а значит, на создание благоприятных условий работы крепи [2].

Отмечены существенные различия в характере проявления горного давления в выработках в зависимости от их расположения относительно напластования пород [3], а также от размеров, конфигурации, схемы проведения для сопрягающихся выработок [6]. При всех вариантах необходимы адекватные мероприятия по повышению устойчивости крепи и приконтурного массива.

В группе способов охраны, основанных на укреплении породного массива, прямую направленность на обеспечение совместной работы крепи и приконтурного слоя имеет инъекционное упрочнение пород, которому посвящено большое количество теоретических и экспериментальных работ [3, 4, 5]. Инъекция скрепляющих растворов в приконтурный массив на глубину 1,5-3,0 м под давлением до 3,0 МПа является более эффективным средством влияния на устойчивость породных обнажений и крепи, чем рассмотренный выше тампонаж закрепного пространства. В результате скрепления пород приконтурного слоя образуется породобетонная оболочка, повышенной устойчивости. Необходимым условием применения инъекционного упрочнения является наличие вокруг выработки трещиноватой зоны. Этот способ охраны требует специального оборудования и большего объема работ по бурению и подготовке инъекционных скважин.

Быстрому вводу податливой крепи в работу способствует ее предварительный распор [5]. При установке крепь принудительно вдавливается в породные обнажения контура, за счет снятия и уплотнения пород обеспечивается лучший контакт с крепью.

Способы охраны, объединенные в группу принципом разгрузки, направлены на снижение действующих в массиве напряжений (в том числе в окрестности горной выработки – локальная разгрузка).

Способ проведения пластовых выработок широким ходом позволяет снизить уровень напряжений в окрестности выработки и обеспечивает равномерность смещений пород без разрыва сплошности. Применяться должна только податливая крепь с дополнительными мероприятиями, направленными на улучшение ее контакта с породным контуром.

Проведение выработок увеличенным сечением дает возможность сохранить необходимое эксплуатационное сечение выработки после реализации смещений. Здесь также должна применяться податливая крепь, обеспечивающая восприятие смещений массива в направлении их наибольшей интенсивности.

Способ технологической податливости крепи заключается в выборе места (времени) возведения постоянной (обычно жесткой) крепи относительно проходческого забоя. Цель способа – вывести постоянную крепь из зоны интенсивных и неравномерных смещений пород, характерных для начальной стадии формирования зоны неупругих деформаций, для обеспечения благоприятных условий ее работы [1]. Недостатком способа является то, что допускаются значительные смещения пород и после возведения крепи могут возникать участки повышения нагрузок за счет частичного обрушения пород.

Проведение выработок в два этапа рекомендуется для предупреждения повышенных деформаций контура проектного сечения выработки, вызываемых проходческими работами и последующим смещением пород. Первоначально проводят передовую выработку (1 этап), а после образования зоны неупругих деформаций заданных размеров передовую выработку

расширяют до проектного сечения и возводят постоянную крепь (2 этап) [3]. Размеры передовой выработки определяются из условия сохранения контура выработки проектного сечения в ненарушенном состоянии, однако достичь этого удается не всегда и возможны дополнительные смещения пород при развитии зоны неупругих деформаций после расширения выработки.

Для охраны пластовых выработок применяется способ скважинной разгрузки [2]. Сущность его заключается в снижении напряжений, действующих на контуре выработки, за счет отнесения зоны повышенной концентрации напряжений вглубь массива на длину разгрузочной полости, образующихся в боках выработки при разрушении межскважинных целиков.

Следует отметить, что операции по бурению скважин невозможно совмещать с процессами проходческого цикла, они имеют высокую трудоемкость, кроме того, при последующей отработке пласта в месте разгрузки возникают трудности с очистной выемкой угля.

Имеются решения, предусматривающие создание на контуре выработки различным образом ориентировочных разгрузочных щелей, которые проводятся механическим способом – нарезкой [8, 9]. Шахтные и лабораторные исследования подтверждают положительный эффект разгрузки для устойчивости породных обнажений, однако испытания проводились в ограниченном объеме для определенных горно-геологических условий. Таким образом, проведенный анализ решений по повышению работоспособности арочной податливой крепи показал, что в настоящее время вопросами управления направлением наибольших смещений, с точки зрения обеспечения благоприятных условий для работы арочной крепи, практически никто не занимался.

Библиографический список

1. **Кошелев К.В., Томасов А.Г.** Поддержание, ремонт и восстановление горных выработок, 1985г.
2. **Заславский И.Ю**. и др. Повышение устойчивости подготовительных выработок угольных шахт, 1991г.
3. **Кошелев К.В., Петренко Ю.А., Новиков А.О**. Охрана и ремонт горных выработок, 1990г.
4**. Якоби О.** Практика управления горным давлением, 1987г.
5. **Черняк И.Л., Бурчаков Ю.И.** Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт, 1984г.
6. **Каретников В.Н., Клейменов В.Б.** и др. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок, 1989г.
7. **Ерофеев Л.М., Мирошникова Л.Л**. Повышение надежности крепи горных выработок, 1988г.
8. **Методические указания** по исследованию горного давления на угольных и сланцевых шахтах, ВНИМИ, 1973г.
9. **Кузнецов Г.Н**. и др. Моделирование проявлений горного давления, 1968г.

УДК 622.258+622.831

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МОНОЛИТНОЙ БЕТОННОЙ КРЕПИ ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ НА КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫХ МОДЕЛЯХ

Доц. Купенко И.В. (ДонНТУ), инж. Ходонович А.Ю. (ш. им. акад. А.А. Скочинского ГП «ДУЭК»), студ. Бондарь Е.С. (ДонНТУ), г. Донецк

Цель данной работы – установление параметров напряженно-деформированного состояния (НДС) монолитной бетонной крепи переменной толщины (эллиптический внутренний контур бетонной крепи) и сравнение их с соответствующими параметрами НДС крепи постоянной (проектной) толщины (внутренний контур бетонной крепи в виде окружности). Исследования проведем для самых различных геолого-геомеханических и горно-технических условий сооружения ствола:

- проектные диаметры стволов в свету, *D*, м: 5,5; 7,0; 8,5;
- глубина ствола, *H*, м: 200; 700; 1200;

Україна
65. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ УПЛОТНЕНИЯ ЗАКЛАДОЧНОГО МАССИВА 167
К.т.н., доц. Шубин А.А., студ. Сотников Р.О., Горный Университет, г. Санкт-Петербург, Россия
66. ПИКНОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ШАХТ ДОНБАССА: ПОИСК ЗАКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ И ЗАВИСИМОСТИ ПЛОТНОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ УГЛЯ. 169
Канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Васильковский В.А., Институт физики горных процессов НАН Украины, Донецк
67. О РАБОТОСПОСОБНОСТИ АРОЧНОЙ ПОДАТЛИВОЙ КРЕПИ 173
Инж Резник А.В.., студ.Артеменко А.Н., ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»
68. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БРОВКИ ВЫРАБОТОК ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ ЗА ЛАВОЙ 175
К.т.н, доц.. Сахно И.Г., студ. Козаков А.С. ДонНТУ, г. Донецк, Украина
69. ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ И ПРОЧНОСТИ ЗАКЛАДКИ С ФИБРОНАПОЛНИТЕЛЕМ 177
К.т.н., доц. Шубин А.А., студ. Синицына Н.С., Горный Университет, г. Санкт-Петербург, Россия
70. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ ДОНБАССА 180
Проф., д.т.н. Петренко Ю.А., инж. Резник А.В., маг. Петришин Р.И., ДонНТУ, г. Донецк
71. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ ЗА ЛАВОЙ, ПРОВОДИМЫХ С ПОДРЫВКОЙ ПОРОД ПОЧВЫ 184
К.т.н., доц. Сахно И.Г., к.т.н., доц. Голембиевский П.П., студ. Козаков А.С., ДонНТУ, г. Донецк, Украина
72. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ С ГЛУБИНОЙ 185
Доц. Купенко И.В. (ДонНТУ), Доц. М.В. Прокопова (РГСУ, г. Ростов-на-Дону, Россия), инж. Ходонович А.Ю. (ш. им. акад. А.А. Скочинского ГП «ДУЭК»), студ. Гребенюк Д.В., (ДонНТУ), г. Донецк
73. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК, ЗАКРЕПЛЕННЫХ АРОЧНОЙ ПОДАТЛИВОЙ КРЕПЬЮ 188
Проф., д.т.н. Петренко Ю.А., инж. Резник А.В., студ. Смыков Д.В., ДонНТУ, г. Донецк
74. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МОНОЛИТНОЙ БЕТОННОЙ КРЕПИ ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ НА КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫХ МОДЕЛЯХ 190
Доц. Купенко И.В. (ДонНТУ), инж. Ходонович А.Ю. (ш. им. акад. А.А. Скочинского ГП «ДУЭК»), студ. Бондарь Е.С. (ДонНТУ), г. Донецк
75. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СТАНДАРТНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ОДНОСЛОЙНОЙ МОНОЛИТНОЙ БЕТОННОЙ КРЕПИ СТВОЛА 194
Доц. Купенко И.В., студ. Бондарь Е.С. (ДонНТУ), инж. Ходонович А.Ю. (ш. им. акад. А.А. Скочинского ГП «ДУЭК»), г. Донецк, Украина
76. ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ НАБРИЗК-БЕТОННОГО КРІПЛЕННЯ ДЛЯ КАМЕР ВЕЛИКОГО ПЕРЕРІЗУ 196
К.т.н., доц. Нестеренко О.С., студ. Тарасенко А.В., ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг, Україна
77. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МОНОЛИТНОГО БЕТОНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР 198
К.т.н. Дмитриенко В.А., студ. Дмитриев В.И. ШИ(ф)ЮРГТУ (НПИ), г. Шахты
78. РЕКОНСТРУКЦІЯ МЕТАЛЕВИХ КОПРІВ КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ 201
К.т.н., доц. Бровко Д.В., студ. Корпан С.Г., ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг, Україна
79. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ НОВОЙ КРЕПИ СОПРЯЖЕНИЯ НА ШАХТЕ «БЕЛОРЕЧЕНСКАЯ» 203
Доц., к.т.н., Пронский Д.В., студ. Бучин В.Ю., ДонГТУ, г. Алчевск, Украина
80. ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГЛУБОКИХ ШАХТ 206
Д.т.н., проф. Борщевский С.В., студ. Глебко В.В., ДонНТУ, г.Донецк, д.т.н., доц. Харин С.А., Криворожский национальный университет, Украина

Научно–техническое издание

В сборнике приведены результаты научных разработок студентов, аспирантов и молодых ученых, которые представлены на международную конференцию 3-5 апреля 2013 г., организованную кафедрой «Строительство шахт и подземных сооружений» Донецкого национального технического университета.

Сборник предназначен для специалистов шахтостроителей, строителей подземных сооружений и студентов вузов горных специальностей.

Тезисы докладов представлены в редакции авторов.

Подписано в печать 03.04.2013 . Формат 60x84 1/32.
Усл. печ. л. 16,95 . Печать лазерная. Заказ № . Тираж 200 экз.

Отпечатано в типографии ОО «Норд Компьютер»
Адрес: Донецк, ул. Разенкова, 6, nordpress@gmailcom .
тел.: 386-35-76.