

www.rudmet.ru

ISSN 0017-2278

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

190 лет

Издается с 1825 года
(№ 2217)

8.2015



Национальный минерально-сырьевой
университет «Горный», Санкт-Петербург



Основан в 1825 году
при Горном кадетском корпусе

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал

АВГУСТ 2015

**Базовый печатный орган Межправительственного совета стран СНГ
по разведке, использованию и охране недр**

Журнал выпускается при содействии НП «Горнопромышленники России»;
при поддержке Горного института НИТУ «МИСиС»;
при участии: Государственного предприятия «Навоийский ГМК», ИПКОН РАН,
Государственного Эрмитажа

УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:

АК «АЛРОСА» (ОАО), АО «Апатит», ПАО «ГМК «Норильский никель»,
«НПК «Механобр-техника» (ЗАО), ЗАО «Издательский дом «Руда и Металлы»

Председатель правления «Горного журнала» Л. А. Вайсберг

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ж. Аренс, А. А. Барях, Л. А. Вайсберг, А. П. Вержанский,
Л. Д. Гагут (руководитель секции «Экономика, управление, недропользование»),
С. А. Гончаров (руководитель секции «Физика горных пород и процессов»),
Ю. К. Дюдин, В. Н. Захаров, И. В. Зырянов, С. А. Ильин, Н. О. Каледина
(руководитель секции «Охрана труда и окружающей среды»), Д. Р. Каплунов
(руководитель секции «Разработка месторождений и горно-строительные работы»),
Е. А. Козловский (руководитель секции «Сырьевая база»), А. В. Корчак,
Б. Н. Кулузов, В. С. Литвиненко, А. Б. Макаров, Ю. Н. Малышев, О. Н. Мальгин,
Н. Н. Мельников, Д. В. Пастихин, А. И. Перепелицын, В. Л. Петров (руководитель
секции «Образование и кадровое обеспечение горной промышленности»),
Г. Г. Пивняк, Л. А. Пучков (главный редактор), М. В. Рыльникова, Б. И. Смирнов,
В. С. Святецкий, Е. М. Титиевский, К. Н. Трубецкой, О. В. Федина (отв. секретарь),
В. А. Чантурия (руководитель секции «Переработка и комплексное использование
полезных ископаемых»), Е. Е. Шешко (руководитель секции «Горное оборудование,
электроснабжение и автоматизация»), Т. И. Юшина

РУКОВОДИТЕЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВ В СТРАНАХ И РЕГИОНАХ:

С. С. Арзуманян (Армения), А. М. Бабец (КМА, Россия), Н. И. Дядечкин
(Кривбасс, Украина), Азим Иброхим (Таджикистан), И. И. Головатый
(Белоруссия), О. А. Одеков (Туркменистан), И. Ю. Рассказов (Дальневосточный
регион, Россия), И. Б. Табакман (Канада), А. Г. Твалчрелидзе (Грузия),
Л. И. Тотев (Болгария), Ф. Уолл (Великобритания), А. Ф. Цеховой (Казахстан),
П. А. Шеметов (Кызылкумский регион, Узбекистан), М. Эрикссон (Швеция),
В. Л. Яковлев (Средний и Полярный Урал, Россия)

ПОЧЕТНЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

В. И. Борщ-Компониец, В. Н. Мосинец,
А. А. Новиков, М. Г. Седлов, Р. И. Семигин

**Журнал по решению ВАК Министерства образования и науки РФ включен
в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых
должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» по разработке
месторождений твердых полезных ископаемых, экономике, энергетике**

**Журнал входит в Международные реферативные базы данных
SCOPUS и CHEMICAL ABSTRACTS SERVICE
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования — 0,149**

Подписные индексы:

в каталоге агентства «Роспечать» — 73075
в объединенном каталоге «Пресса России» — 45343

РЕДАКЦИЯ:

ответственный секретарь О. В. Федина,
ведущие редакторы: Н. И. Кольхалова, Л. Е. Костина,
редактор А. А. Тюменцева,
младший редактор С. А. Гаврилова,
консультант по горному делу С. А. Ильин,
менеджер по производству
и распространению М. А. Уколов,
специалист по допечатной
подготовке Н. Г. Неделькина

Издатель — ЗАО «Издательский дом «Руда и Металлы»

Адрес издателя: 119049, Москва, Ленинский просп., д. 6,
строение 1, НИТУ «МИСиС», оф. 622

Адрес редакции: 119049, Москва, Ленинский просп., д. 6,
Горный институт НИТУ «МИСиС», оф. Г-550
Тел/факс: +7 (499) 230-27-48; 230-27-68
Эл. почта: gornjournal@rudmet.ru

Отдел рекламы:

Тел/факс: +7 (499) 230-27-18
Эл. почта: reklama@rudmet.ru

www.rudmet.ru

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал «Горный журнал»,
№ 8 (2217), 2015 г.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
(Свидетельство ПИ № ФС77-51307 от 02.10.2012 г.)

Товарный знак и название «Горный журнал» являются исключительной
собственностью Издательского дома «Руда и Металлы»

Отпечатано в типографии ООО «Офсет Принт»

Адрес типографии: 127550, Москва, Дмитровское ш., д. 39, корп. 1

Подписано в печать с оригинал-макета 28.08.15

Дата выхода в свет: 10.09.15

Формат 60×90/8. Печ. л. 14

Печать офсетная. Бумага мелованная

Тираж 3000 экз. Цена свободная

- За достоверность рекламной информации
ответственность несет рекламодатель
- За достоверность научно-технической информации
ответственность несет автор
- За сроки размещения опубликованных статей в базе
данных Scopus редакция ответственности не несет
- Перепечатка материалов возможна только
с письменного разрешения редакции
- При перепечатке ссылка на «Горный журнал»
обязательна

ISSN 0017-2278



9 770017 227004 >

ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Заурбеков Ш. Ш., Минцаев М. Ш., Шаипов А. А., Лабазанов М. М. Перспективы геологического изучения глубокопогруженных горизонтов Терско-Сунженской нефтегазоносной области.	4
Батжиев А. М. Полезные ископаемые Республики Ингушетия.	9
Хакулов В. А., Карамурзов Б. С., Сыцевич Н. Ф., Кононов О. В. Перспективы возрождения разработки Тырныаузского месторождения на основе технологического картирования и переоценки остаточных балансовых запасов.	13
Тамбиев А. С. Освоение минерально-сырьевых ресурсов Карачаево-Черкесской Республики — важное условие ее устойчивого ее развития.	18
Кожиев Х. Х., Босиков И. И. Изучение объектов жильного кварца на Северном Кавказе с целью производства кремниевой продукции.	23
Петров Ю. С., Габараев О. З., Соколов А. А. Обобщенная оценка влияния горного предприятия на окружающую природную среду.	25
Кортиев Л. И., Кортиев А. Л., Цховребов И. П., Маргиев З. А. Исследования и практика противоловиной защиты коммуникаций и территорий горных регионов.	28

ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД И ПРОЦЕССОВ

Сергеев С. В., Зайцев Д. А. Методика контроля НДС закладочного массива как инструмент оценки геомеханической ситуации в слоевой системе разработки неустойчивых руд.	33
Линник Ю. Н., Шерсткин В. В., Линник В. Ю. Интегральный показатель оценки разрушаемости угольных пластов.	37
Еременко В. А., Есина Е. Н., Семенякин Е. Н. Технология оперативного мониторинга напряженно-деформированного состояния разрабатываемого массива горных пород.	42

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ГОРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Гречишкин П. В., Позолотин А. С., Заядинов Д. Ф., Шаров В. Н. Оценка эффективности двухуровневого анкерного крепления сопряжений горных выработок угольных шахт.	48
--	----

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Лукичев С. В., Наговицын О. В., Семенова И. З., Белгородцев О. В. Подходы к решению задач проектирования и планирования горных работ в системе MINEFRAME.	53
---	----

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Петин А. Н., Фурманова Т. Н., Петина М. А. Геозоологические проблемы добычи общераспространенных полезных ископаемых в Белгородской области.	61
--	----

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

Курленя М. В., Еременко А. А., Башков В. И. Влияние взрывных работ на сейсмические и динамические явления при подземной разработке рудных удароопасных месторождений Сибири.	69
--	----

ПЕРЕРАБОТКА И КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Лавров А. Ю. Ускорение процессов выщелачивания дисперсного золота путем фотоэлектрохимической активации технологических растворов.	72
Козин В. З., Морозов Ю. П., Комлев А. С., Фалькович Е. С. Оборудование и технологии для отбора и подготовки проб на обогатительных фабриках.	76

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Коротков В. А., Липатов А. Г., Веснин А. М. Инновационные технологии ремонтного восстановления и продления срока службы деталей и узлов горно-обогатительного оборудования.	83
Галкин В. И., Шешко Е. Е., Сазанкова Е. С. Влияние типов и характеристик лент на эксплуатационные параметры специальных ленточных конвейеров.	88
Трифанов Г. Д., Стрелков М. А., Зверев В. Ю. Способы минимизации динамических нагрузок в канатах шахтных подъемных установок.	92

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Тохтарь В. К., Мартынова Н. А. Подбор видов растений для фиторекультивации отвалов горнорудных предприятий КМА.	96
Ивашук О. А., Константинов И. С. Концептуальные подходы к построению автоматизированной системы управления экологической ситуацией в горно-металлургических кластерах.	99

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Черникова А. А., Петров В. Л. Подготовка горных инженеров в российских университетах исследовательского типа.	103
---	-----

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Рыльникова М. В. VIII Международная конференция «Комбинированная геотехнология: устойчивое и экологически сбалансированное освоение недр».	107
Требования к оформлению статей, направляемых в «Горный журнал» для публикации.	108

ЮБИЛЕИ

К юбилею Марины Владимировны Рыльниковой.	75
Юрию Михайловичу Прошину — 80 лет.	64
Владимиру Стефановичу Литвиненко — 60 лет.	82
Вадиму Леонидовичу Петрову — 50 лет.	102

РЕКЛАМА

На обложке:
«Открытые горные работы в XXI веке» — Международная научно-практическая конференция (Красноярск)
ООО «Цепелин Русланд»

На цветных вкладках:
ООО «Веир Минералз РФЗ»
АО «Машиностроительный холдинг»
Компания «Восток»

«Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование» —
Международная научно-практическая конференция
Подписка на «Горный журнал»
Второй национальный горнопромышленный форум

На ч/б полосах:
XIII Национальная конференция с международным участием по открытой и подводной добыче полезных ископаемых (София)
«Промышленные минералы: проблемы прогноза, поисков, оценки и инновационные технологии освоения месторождения» —
Научно-практическая конференция (Казань)

УДК 622.647.2:622.281.74

П. В. ГРЕЧИШКИН, научный сотрудник, канд. техн. наук (Институт угля СО РАН), pv_grechishkin@mail.ru**А. С. ПОЗОЛОТИН**, директор по перспективному развитию, канд. техн. наук (ООО «ПАНК 2»)**Д. Ф. ЗАЯДИНОВ**, зам. директора по перспективному развитию (ООО «ПАНК 2»)**В. Н. ШАРОВ**, главный инженер (ООО «АМК ШСУ»)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХУРОВНЕВОГО АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ*

Увеличение производительности угольных шахт обеспечивается в значительной мере за счет применения современного бурового, погрузочного, транспортного и другого оборудования повышенной единичной мощности и габаритов, что обуславливает необходимость проведения и поддержания подготовительных горных выработок большего сечения. Увеличение ширины (пролета) выработки вызывает перераспределение напряжений в массиве горных пород и сопровождается значительными их горизонтальными и вертикальными смещениями как по контуру выработки, так и во вмещающем массиве, что, в свою очередь, требует новых подходов и технических решений по креплению и поддержанию горных выработок, особенно их сопряжений.

Применение традиционных стоечных рамных и комбинированных крепей в широкопролетных выработках представляется проблематичным как по их несущей способности, технологии монтажа крепи и формирования сопряжения, так и в связи с созданием препятствий проходу людей и транспортированию оборудования [1]. Альтернативным и широко распространенным способом крепления горных выработок в угольных шахтах является анкерное, которое в сравнении с рамным существенно менее материалоемко и трудоемко, исключает нефункциональные объемы выемки и обеспечивает связывание и упрочнение приконтурного массива пород с закреплением его за сводом естественного равновесия.

Для обеспечения устойчивого состояния широких выработок и их сопряжений на весь период эксплуатации наиболее целесообразно применение двухуровневой системы анкерного крепления, в которой, кроме анкеров первого уровня длиной менее высоты выработки, устанавливают анкера второго уровня — глубокого заложения. Нижние слои кровли скрепляют анкерами первого уровня с металлической сварной решеткой и подхватками, затем эта скрепленная пачка пород «подвешивается» анкерами второго уровня к породам за пределами свода естественного равновесия (рис. 1) [2, 3]. На угольных шахтах Кузбасса накоплен богатый опыт поддержания выработок и их сопряжений шириной 12 м и более с помощью анкерной крепи [1, 4–6]. Заслуживает внимания опыт поддержания сопряжений выработок шириной до

Дана оценка эффективности закрепления широкопролетных горных выработок и их сопряжений двухуровневой анкерной крепью в различных горно-геологических и горнотехнических условиях шахт Кузбасса. На конкретных примерах сопряжений выработок разного назначения показаны конструкции и параметры двухуровневой анкерной крепи, технология ее возведения в зависимости от физико-механических свойств налегающих пород, их строения и устойчивости, функциональных размеров (площадь и пролеты) сопряжений.

На основе сопоставимых расчетов основных технико-экономических показателей традиционного рамного и двухуровневого анкерного крепления широкопролетных сопряжений констатируется существенное уменьшение материалоемкости, трудоемкости доставки и возведения, суммарных затрат при применении двухуровневой анкерной крепи.

Ключевые слова: угольные шахты, широкопролетные выработки и сопряжения, свод естественного равновесия, дезинтегрирование породы, рамочное крепление, двухуровневая анкерная крепь, конструкции, параметры, технология возведения, технико-экономические показатели.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.08.11>

20,5 м в горно-геологических и горнотехнических условиях шахты «МУК-96» ЗАО «Распадская угольная компания» (рис. 2, табл. 1, 2) [6, 7].

Расчеты параметров анкерной крепи первого уровня выполнены в соответствии с инструкцией [8]. В связи с необходимостью проведения сбоек сопряжения выработок имеют значительные размеры с разворотом проходческого комбайна в данных участках, что потребовало дополнительного усиления крепи для дальнейшей безаварийной эксплуатации. В качестве крепи усиления приняты канатные анкера АК02 с ампульно-нагнетательным способом их закрепления. Ширину сопряжений рассчитывали по методике [9] с учетом увеличения несущей способности приконтурного массива пород кровли анкерной крепью первого уровня с последующим его закреплением («подвешиванием») анкерами второго уровня к вышележащим устойчивым породам кровли.

* В работе принимал участие А. А. Дудин (ООО «ПАНК 2»).

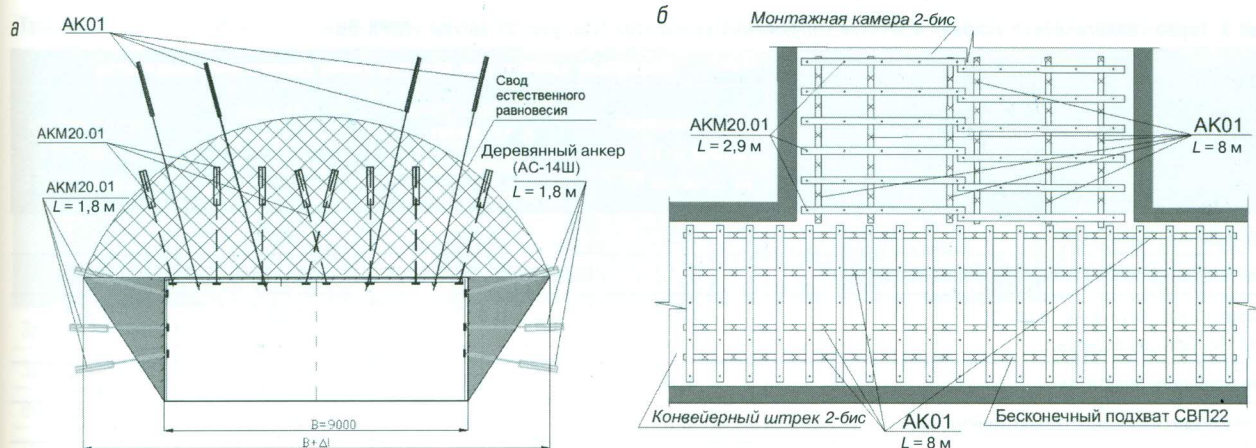


Рис. 1. Принципиальная схема двухуровневого анкерного крепления широкопролетных выработок на примере линейной части монтажной камеры 2-бис шахты «Байкаимская» (а) и ее сопряжения с конвейерным штреком (б)

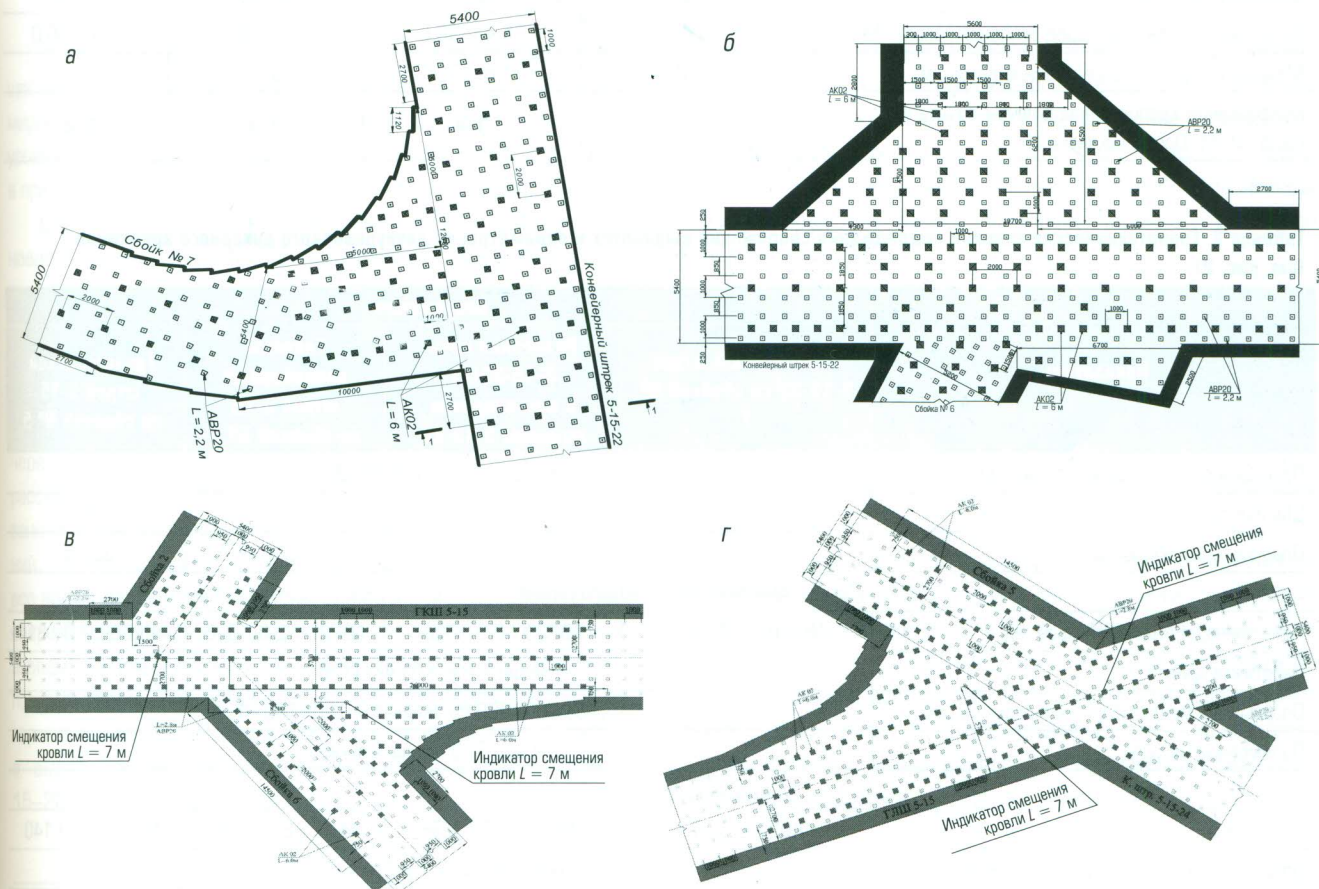


Рис. 2. Двухуровневое анкерное крепление сопряжений горных выработок в шахте «МУК-96» ЗАО «Распадская угловая компания» (см. таблицу 1):

- а — конвейерный штрек 5-15-22 со сбойкой № 7; б — разрезная печь 5-15-22(2) с конвейерным штреком 5-15-22;
- в — главный конвейерный штрек 5-15 со сбойкой № 6; г — грузолюдской штрек 5-15 со сбойкой № 5

Расчеты усиления крепи канатными анкерами проводили согласно основным положениям теории свода [10]. Нагрузку на крепь усиления рассчитывали в зависимости от высоты свода естественного равновесия: $4ab\gamma/3$, где: a — полупролет свода об-

рушения с учетом зоны неупругих деформаций боков выработки; b — высота свода возможного обрушения пород кровли; γ — объемный вес пород кровли в своде, t/m^3 ; $b = a/fk_k$, где f — коэффициент крепости пород кровли; k_k — коэффициент литотипности.

Таблица 1. Горно-геологические условия в местах сопряжений выработок (см. рис. 2) шахты «МУК-96»

Показатель	Исходные данные для расчета крепи сопряжений выработок			
	Конвейерный штрек 5-15-22 со сбойкой № 7	Разрезная печь 5-15-22(2) с конвейерным штреком 5-15-22	Главный конвейерный штрек 5-15 со сбойкой № 6	Грузолюдской штрек 5-15 со сбойкой № 5
Глубина ведения горных работ, м	320	236	262	262
Падение пласта на северо-запад под углом, градус	8–12	7–12	8–12	8–12
Коэффициент крепости угля по шкале проф. М. М. Протодяконова (f)	0,8–1	0,8–1	0,8–1	0,8–1
Средняя мощность пласта, м	4,16	3,85	3,13	3,13
Мощность пород непосредственно кровли, м	5,0	7–16	20–23	20–23
Сопrotивление сжатию пород непосредственно кровли, МПа	52,5–56,5	52,5–56,5	52,5	52,5
Строение пород кровли, тип [2]	I	I	I	I
Устойчивость пород непосредственно кровли, класс [2]	II	II	II	II
Мощность песчаников в основной кровле, м	До 47	28–40	30–36	30–36
Сопrotивление сжатию пород основной кровли, МПа	75,43–96,0	75,43–96,0	75,43–96,0	75,43–96,0
Мощность пород непосредственно почвы, м	2–7	8–13	5–7	5–7
Коэффициент крепости пород почвы по шкале проф. М. М. Протодяконова (f)	3–4	3–4	3–4	3–4

Таблица 2. Горнотехнические условия поддержания сопряжений выработок и параметры их двухуровневого анкерного крепления (см. рис. 2)

Показатель	Сопряжения			
	Конвейерный штрек 5-15-22 со сбойкой № 7	Разрезная печь 5-15-22(2) с конвейерным штреком 5-15-22	Главный конвейерный штрек 5-15 со сбойкой № 6	Грузолюдской штрек 5-15 со сбойкой № 5
Проведение выработок и сопряжений	Комбайном 12СМ30В «JOY»			
Ширина сопряжений, м	17,5	19,7	17	20,5
Площадь сопряжений, м ²	175	183	275	307,5
<i>Анкерная крепь первого уровня</i>				
Тип / длина, м / число анкеров, ед.	ABP20 / 2,2 / 221	ABP20 / 2,2 / 300	ABP20 / 2,8 / 326	ABP20 / 2,8 / 314
Перетяжка кровли	Решетчатая затяжка СС-6			
Опорный элемент, габаритные размеры, мм	Шайба 200×200 со сводчатой 100×100×4			
Полимерные ампулы	2 ед., 370 мм на 1 анкер			
<i>Анкерная крепь второго уровня</i>				
Тип / длина, м / число анкеров, ед.	AK02 / 6,0 / 73	AK02 / 6,0 / 126	AK02 / 6,0 / 130	AK02 / 7,0 / 140
Опорный элемент, габаритные размеры, мм	Шайба сферическая 250×250×8			
Полимерные ампулы	3 ед., 370 мм на 1 анкер			
Расчетная несущая способность, кН	210			
<i>Анкерная крепь боков выработок (шаг установки 1 м)</i>				
Боковые анкера (тип / длина, м / число, ед/м)	ABP16 / 1,8 / 6	ABP16 / 1,5 / 6	ABP16 / 1,5 / 6	ABP16 / 1,5 / 6
Условие работы системы крепления	Сопряжения будут находиться в зоне опорного давления от выемочных участков			
Срок службы, лет	2	2	15	5
Контроль смещений	Критических смещений не зафиксировано			

Таблица 3. Сопоставление технико-экономических показателей рамного и двухуровневого анкерного крепления широкопролетных выработок и сопряжений в угольных шахтах Кузбасса

Показатели	Значения по сопряжениям					
	Сопряжение сбойки № 3Л со сбойкой № 3Л-бис шахты «Владимирская» (ширина 8,1 м)		Сопряжения вентиляционного штрека 6-1-1 с конвейерным бремсбергом пл. VI шахты «Распадская-Коксовая» (ширина 12,9 м)		Сопряжение главного конвейерного штрека 5-15 со сбойкой № 6 шахты «МУК-96» (ширина 17 м)	
	Рамное крепление	Анкерное крепление	Рамное крепление	Анкерное крепление	Рамное крепление	Анкерное крепление
Затраты на материалы, тыс. руб.	316,41	154,20	572,43	226,68	1884,57	374,37
Заработная плата, тыс. руб.	119,19	84,49	96,49	87,80	325,47	194,24
Всего затрат с НДС, тыс. руб.	699,39	413,06	789,33	371,08	3114,02	973,05
Трудоемкость, чел.-смену	59,88	46,81	59,96	50,30	192,20	107,71
Материалоемкость крепи, т	8,33	1,97	12,08	3,12	60,44	5,66
Трудоемкость доставки материалов, чел.-смену	8,46	2,00	12,27	3,17	61,38	5,75

При проведении штреков в местах будущих сопряжений осуществляли усиление крепи канатными анкерами, а затем при формировании сопряжений выработок основную анкерную крепь первого уровня и крепь усиления второго уровня возводили непосредственно в призабойном пространстве с заданным шагом (см. рис. 2).

Для контроля смещений кровли на каждом сопряжении установлены индикаторы типа РГЗ, показания которых ежемесячно заносят в журнал в течение всего срока службы выработок. За это время максимальные смещения пород кровли не превысили 60 мм, что не является критическим для выбранных параметров крепи. В случае выявления опасных смещений, предусмотрено упрочнение пород кровли путем закачивания полимерных смол через канатные анкера АК02. Параметры крепи штреков были рассчитаны для условий работы очистного забоя без механизированной крепи сопряжения. В настоящее время участки сопряжений, показанные на рис. 2, а и б, пройдены очистным забоем. За все время наблюдений вне зоны влияния очистных работ, в зоне опережающего опорного давления и на сопряжении с очистным забоем критических смещений пород кровли не зафиксировано, поэтому упрочнение полимерными смолами через канатные анкера не выполняли. Посадка пород кровли штреков и сопряжений в выработанном пространстве наблюдалась на расстоянии 15–20 м от очистного забоя.

Кроме обоснованных и показанных выше функциональных преимуществ системы двухуровневого анкерного крепления широких горных выработок и сопряжений в сравнении с рамной крепью, выполнены расчеты и сопоставление основных технико-экономических показателей этих способов крепления на примере наиболее представительных сопряжений выработок ряда шахт Кузбасса (табл. 3).

Как видно, в различных горнотехнических и горно-геологических условиях угольных шахт Кузбасса применение двухуровневой анкерной крепи для закрепления и длительного безаварийного поддержания широкопролетных выработок и сопряжений позволяет снизить трудоемкость возведения крепи на 16–44 %, ее материалоемкость на 74–90 %, трудоемкость доставки в 1,7–3,2 раза, общие затраты (руб.) на 30–60 % в сравнении с рамной крепью.

Высокая технологичность возведения и сама конструкция анкерной крепи гарантирует связывание и надежное закрепление пород свода обрушения, снижая риски деформации кровли выработки, а также аэродинамическое сопротивление выработок в системе рудничной вентиляции. В целом достоинства технико-технологического комплекса двухуровневого анкерного крепления широкопролетных горных выработок и сопряжений стимулирует расширение объемов и области его применения.

Библиографический список

1. Еременко В. А., Разумов Е. А., Зяятдинов Д. Ф. Современные технологии анкерного крепления // ГИАБ. 2012. № 12. С. 38–45.
2. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах»: приказ Ростехнадзора от 17.12.2013 №610 / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ. — 2013. С. 195. URL: <http://minjust.consultant.ru/page.aspx?1094937> (дата обращения: 10.04.2015).
3. Позолотин А. С., Розенбаум М. А., Ренев А. А., Разумов Е. А., Черняховский С. М. Метод расчета параметров анкерной крепи глубокого заложения для поддержания горных выработок в различных горно-геологических и горнотехнических условиях угольных шахт // Уголь. 2013. № 4. С. 32–34.
4. Еременко В. А., Лушников В. Н., Сэнди М. П., Милкин Д. А., Мильшин Е. А. Выбор и обоснование технологии проведения и способов крепления горных выработок в неустойчивых горных породах на глубоких горизонтах Холбинского рудника // Горный журнал. 2013. № 7. С. 59–66.
5. Самак А. В., Райко Г. В., Гречишкин П. В. Канатный анкер АК 01: широкие выработки и их сопряжения // Уголь. 2011. № 5. С. 80–81.
6. Разумов Е. А., Зяятдинов Д. Ф., Гречишкин П. В., Позолотин А. С., Грабовский В. А. Опыт поддержания широких сопряжений горных выработок с применением двухуровневой анкерной крепи в условиях шахты МУК-96 // Уголь. 2013. № 7. С. 31–34.