Министерство угольной промышленности СССР

Ордена Ленина производственное объединение по добыче угля "Воркутауголь"
Производственное объединение "Интауголь"
Государственный научно-исследовательский, проектно-
конструкторский и проектный угольный институт
(ПечорНИИпроект)

Утверждено
техническим директором
объединения "Воркутауголь"
15 мая 1979 г.

Утверждено
техническим директором
объединения "Интауголь"
11 мая 1979 г.

РУКОВОДСТВО

ПО РАЗРАБОТКЕ ПАСПОРТОВ КРЕПЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КРОВЛЕЙ В ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Воркута 1979

gost.e-ecolog.ru

УДК 622.834.2

Целью настоящего руководства является повышение безопасности и эффективности работ по управлению кровлей и креплению в очистных забоях и на концевых участках, примыкающих к выработкам.

Руководство предназначено для использования инженерно-техническими работниками шахт Печорского бассейна при разработке технической документации (проектов на отработку выемочных участков, паспортов крепления и управления кровлей) и мероприятий по безопасному ведению работ.

Руководство разработано на основании письма Минуглепрома СССР № I4-2-9/75I от 09.06.77 г. сотрудниками лабораторий управления горным давлением в очистных выработках и крепления и поддержания горных выработок ПечорНИИпроекта инж. Л.М.Гусельниковым, канд. техн. наук В.П.Шишкиным, инж. Н.М.Лопуховым, канд. техн. наук В.Н.Левчуком, инж. М.В.Журавлевой и В.И.Анциферовым; работниками производственных объединений "Воркутауголь" и "Интауголь" инж. Г.М.Кочевым и Б.И.Костюкевичем.

Расчет номограмм произведен по программам, разработанным инж. И.А.Фурметовым.

Ответственный за выпуск В.П.Шишкин
Дата выпуска 25.УП I979 г.
Тираж 70 экз. Заказ № I62 Бесплатно

Ротапринт Печорниипроекта

В В Е Д Е Н И Е

Большое разнообразие горно-геологических условий в Печорском бассейне и их изменчивость предъявляют повышенные требования к выбору средств и способов крепления очистных забоев, и особенно концевых участков. Широкое применение механизированных комплексов, уровень добычи которыми по бассейну превышает 91 %, весценковых схем подготовки и металлической крепи в подготовительных выработках предопределяют перемещение основного объема работ по креплению на концевые участки очистного забоя, т. е. на ниши, сопряжения и прилегающие выработки.

В "Руководстве по разработке паспортов крепления и управления кровлей в очистных выработках" обобщены результаты научных исследований ПечорНИИпроекта в очистных забоях, прилегающих выработках и на концевых участках, апробированные на практике; результаты передового опыта шахт; работы геологических организаций бассейна по изучению и прогнозу горно-геологических условий. Рассмотрены положения по выбору способов, средств крепления и управления кровлей в очистном забое, рациональных схем крепления концевых участков, извлечения металлокрепи при погашении выработок, требования к геологическому прогнозному паспорту, необходимые для оперативного планирования технологии ведения очистных работ. Приведена классификация кровель по обрушаемости и устойчивости, позволяющая установить основные параметры обрушения пород и проявлений горного давления в конкретных условиях, даны методы расчета плотности призабойной и посадочной крепи, крепей сопряжений и крепи прилегающей выработки на различных расстояниях от лавы.

При составлении Руководства учтены требования действующих директивных документов, а также соответствующие рекомендации ВНИМИ, ДонУГИ, ВостНИИ, КНИУИ, ШахтНИУИ для основных угольных бассейнов страны.

I. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩЕЙ ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО УПРАВЛЕНИЮ КРОВЛЕЙ И КРЕПЛЕНИЮ В ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТКАХ

I.I. Управление кровлей и крепление очистных забоев должно осуществляться в соответствии с утвержденным паспортом управления кровлей и крепления (§ 36 ПБ) [I] или проектом (§ 79 ПБ). Для очистного забоя с индивидуальной крепью составляются два паспорта-до первичного обрушения пород кровли и на период установившегося сдвижения пород.

При применении механизированных комплексов разрабатывается специальный проект на ввод комплекса в работу (§ 79 ПБ), содержащий мероприятия по управлению кровлей на момент первичного обрушения кровли, и технологическая картограмма и карта организации труда (приказ МУП СССР № 94 от 22.02.77 г.). При наличии на выемочном участке труднообрушаемых кровель в дополнение к паспорту управления кровлей и крепления разрабатывается проект по разупрочнению кровли (§ 97 ПТЭ) [2].

I.2. Паспорт управления кровлей и крепления очистного забоя должен состоять из графического материала с таблицами технических показателей и расчетных данных и пояснительной записки, составляемых в соответствии с формами Ш.2.I; Ш.2.2 "Форм технической и учетно-контрольной документации угольных шахт", утвержденными приказом МУП СССР № I69 от 2I.04.75 г. [3].

Графический материал паспорта должен содержать схемы очистного забоя (М I:500 или I:I000, для столбов длиной до 2,5 км допускается М I:2000 или I:5000), с указанием ниш и сопряжений лавы с прилегающими выработками, околоштрековых целиков или бутовых полос и их размеров, способов управления кровлей и поддержания выработок (при одиночной подготовке) или их погашения, основного оборудования по выемке и доставке угля; план и разрезы очистного забоя (М I:50 или I:I00), для наиболее характерных положений: при минимальной и максимальной ширине призабойного пространства, во время работ по выемке угля и управлению кровлей.

На плане и разрезах деталей очистных забоев должны быть показаны конструкция и размеры креп , расстояние между отдельными элементами по падению и простиранию, расстояние от забоя до первого ряда стоек или концов консолей верняков индивидуальных или механизированных крепей, очередность установки и извлечения стоек или передвижки секций, размеры бутовых штреков и бутовых полос и их отставание от линии забоя, крепление приводных и натяжных станций конвейера и мест изгиба, параметры установки временной крепи, крепление ниш, сопряжений, участков выработки впереди и позади очистного забоя и другие характерные элементы крепления и управления кровлей применительно к местным условиям.

При наличии участков с геологическими нарушениями или резкими изменениями вынимаемой мощности пласта (обрушение ложной кровли) приводятся план и разрезы этих участков с указанием конструкций и элементов крепи и расстояний между ними. Кроме этого, в паспорте приводятся таблица расчета потребности в крепежных материалах с указанием их размеров (для металлической крепи - типоразмер), таблица основных технико-экономических показателей, график организации работ с расстановкой количества рабочих, необходимого для его выполнения.

Пояснительная записка к паспорту управления кровлей и крепления должна содержать:

I.2.I. Прогнозный горно-геологический паспорт по выемочному участку, характеризующий: литологический состав и свойства вмещающих пород (непосредственной и основной кровли не менее чем на десятикратную мощность пласта, почвы - не менее 2 м); особенности поведения пород при выемке пласта (степень устойчивости, обрушаемости, склонность к пучению); наличие геологических нарушений; сведения об участках и зонах концентрации повышенного горного давления с учетом взаимного влияния горных работ в свите пластов (подработки, надработки). Паспорт составляется в соответствии с требованиями "Методического руководства по совершенствованию производства на шахтах отрасли на основе разработки и внедрения технологических картограмм и карт организации труда" [4] и "Методических указаний по составлению прогнозных геологических паспортов на очистные забои" [5].

I.2.2. Обоснование выбора способа управления кровлей, конструкции крепи, принятых ее элементов, вида и типоразмера крепи, крепи ниш, сопряжений, участков выработки впереди и позади очистного забоя.

I.2.3. Краткое описание выбранного способа управления кровлей, схемы расположения элементов призабойной и специальной крепи, расчет плотности крепи для определения потребности в крепежном лесе и металлических стойках, способы и порядок доставки крепежных материалов.

I.2.4. Указания о порядке и путях перемещения людей в очистной выработке.

I.2.5. Меры безопасности при возведении крепи, особенно в местах изгиба конвейера, управлении кровлей, эксплуатации механизированной крепи, извлечении и перестановках индивидуальной крепи.

Паспорт управления кровлей до первой посадки должен еще содержать обоснование и описание намечаемых мероприятий, технологию и безопасность их выполнения.

I.3. Проект на ввод механизированного комплекса в работу разрабатывается шахтой в соответствии с "Основными положениями применения механизированных комплексов в очистных забоях угольных шахт" [6], утвержденными Министром угольной промышленности СССР 03.05.73 г., "Методическим руководством по совершенствованию производства на шахтах отрасли на основе разработки и внедрения технологических картограмм и карт организации труда" [4] (приказ Минуглепрома СССР № 94 от 22.02.77 г.) и "Технологическими схемами механизации очистных и подготовительных работ" [8], утвержденными Минуглепромом СССР. До начала работ проект согласовывается с бассейновым институтом и утверждается техническим директором объединения.

Проект на ввод механизированного комплекса в работу должен содержать следующие разделы:

I.3.I. Горно-геологические и горнотехнические условия: мощность и угол падения пласта и их изменение в пределах выемочного столба, наличие и характер геологических нарушений, опасность пласта по внезапным выбросам угля и горным ударам, характеристики угля и вмещающих пород (в кровле не менее 10-кратной и в почве не менее двукратной мощности пласта), длина очистного забоя и ее изменение в пределах выемочного столба, длина столба. По сопоставлению вышеприведенных данных с технической характеристикой комплекса должна быть сделана оценка соответствия параметров комплекса горно-геологическим условиям.

I.3.2. Подготовка выемочного поля: объем и сроки проведения выработок, необходимых для подготовки поля, обоснование необходимых сечений горных выработок, способов и средств их проходки, крепления и охраны; необходимые объемы работ по дренажу и водоотводу, а также работ по улучшению системы проветривания и дегазации.

I.3.3. Технологическая схема работы комплекса (выемка угля комбайном и передвижка конвейера, схемы расстановки и работы крепи и др.).

I.3.4. Организация и технология выполнения вспомогательных операций (подготовка и оформление ниш, крепление сопряжений лав с выработками, установка усиливающей крепи, передвижка насосных станций и пускорегулирующей аппаратуры и др.).

I.3.5. Меры безопасности по каждому технологическому процессу.

I.3.6. Расчет количества воздуха для проветривания очистного забоя, выбор схем проветривания и дегазации должен осуществляться в соответствии с "Инструкцией по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания действующих угольных шахт", "Руководством по проектированию вентиляции угольных шахт" и "Руководством по дегазации угольных шахт" [7].

I.3.7. Выбор средств транспорта, расчет пропускной способности производится в соответствии с "Технологическими схемами подземного транспорта выемочных участков на угольных шахтах" [9].

I.3.8. Расчет элементов электроснабжения, средств сигнализации и связи производится только в случаях отклонения параметров лавы от технической характеристики комплекса и ведется по методике, изложенной в работе [8].

I.4. Для пластов и участков, имеющих труднообрушаемые кровли, производится оценка соответствия паспортной несущей способности крепи горно-геологическим условиям по методике, изложенной в разделе 7. В случае несоответствия силовых параметров крепей горно-геологическим условиям составляется проект разупрочнения труднообрушаемых пород. Проект составляется в соответствии с "Временной инструкцией по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках" [10] и согласовывается с бассейновым институтом.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫБОРУ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ КРОВЛЕЙ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ

2.1. Во всех горно-геологических условиях, как правило, должен применяться способ управления кровлей полным обрушением, за исключением условий, где требуется применение полной закладки, а также пластов, залегающих в породах, склонных к плавному опусканию.

2.2. Допускается применять управление кровлей частичной закладкой на тонких пологих и наклонных пластах при залегании в непосредственной кровле легкообрушаемых пород малой мощности, а в основной кровле - мощных слоев труднообрушаемых пород при наличии ложной кровли, слабой почвы и породных прослойков, которые необходимо оставлять в выработанном пространстве.

Количество и ширина породных полос должны обеспечивать удержание основной кровли от обрушения (§. 98 ПТЭ).

В зависимости от назначения способа управления кровлей частичной закладкой различают частичное обрушение и частичную закладку.

2.2.1. Основное назначение частичного обрушения - это удержание основной кровли от обрушения и предотвращение значительных осадок. С этой целью по длине лавы выкладываются бутовые полосы из породы, получаемой от проведения бутовых штреков по кровле или почве пласта. Между бутовыми полосами непосредственная кровля обрушается на посадочные костры или органную крепь из металлических или деревянных стоек.

Расстояние между бутовыми штреками (или полосами) $\ell_ш$ выбирается таким образом, чтобы породы непосредственной кровли могли легко обрушаться, а основная кровля удерживалась породными полосами. Ориентировочно расстояние между породными полосами определяется по формуле [II].

$$\ell_ш = \frac{15 \div 25}{\sqrt{m}} \qquad (2.1)$$

где m - мощность пласта, м.

Ширина бутовой полосы должна быть не менее трехкратной мощности пласта. При слабой почве ширину бутовых полос следует увеличивать.

Шаг закладки необходимо принимать равным двум снимаемым полосам угля при узкозахватной выемке и не более одного вруба при широкозахватной выемке.

2.2.2. Целью применения частичной закладки является удержание пород основной и непосредственной кровли от обрушения в призабойном и выработанном пространствах.

При способе управления кровлей частичной закладкой заложенное породой выработанное пространство должно составлять 60-70 % от общей его площади. Исходя из несущей способности, бутовая полоса должна быть шириной не менее $3m$, расстояние между бутовыми полосами - не более $\frac{10 \div 20}{\sqrt{m}}$, где m - мощность пласта, м.

2.3. Управление кровлей целиками угля, оставляемыми в выработанном пространстве, допускается при отработке одиночных пластов с труднообрушаемыми кровлями и слабой почвой, не склонных к динамическим проявлениям горного давления.

2.4. Для выбора способов управления кровлей, средств и схем крепления очистных забоев в конкретных горно-геологических условиях рекомендуется пользоваться классификацией кровли, разработанной ПечорНИИпроектом (табл. 3.1 и 3.2).

3. КЛАССИФИКАЦИЯ КРОВЕЛЬ

Для большинства пластов, отрабатываемых шахтами Печорского бассейна, характерна изменчивость горно-геологических условий в пределах шахтных полей и выемочных участков. Наиболее резкие изменения свойств пород наблюдаются при размывах непосредственной кровли и замещениях ее труднорасслаивающимися песчаниками.

Проведенные ПечорНИИпроектом работы по изучению физико-механических свойств пород, структурного строения кровель и проявлений горного давления позволили установить объективные классификационные признаки, характеризующие качественные и количественные параметры основных проявлений горного давления при различных типах кровель и разработать классификацию, в основу которой положены два комплексных фактора, определяющие проявления горного давления в очистных забоях: устойчивость и обрушаемость пород кровли.

3.1. В зависимости от строения и прочности слагающих пород всех кровли рабочих пластов по устойчивости в очистных забоях раз-

Таблица 3.I

Классификация кровли по устойчивости

Характеристика кровли	Основные параметры, определяющие устойчивость кровли							
	Толщина слоев нижней пачки непосредственной кровли при установке крепи, см		Устойчивая величина пролета бесстоечного пространства в течение 6 час, м	Устойчивая площадь незакрепленного пространства в местах изгиба конвейера, м*	Допустимое отставание постоянной крепи от рабочего органа комбайна, м	Допустимое отставание передвижного секционного крепи от рабочего органа комбайна, м	Время сохранения устойчивого состояния незакрепленного пространства, ч	Минимально допустимая скорость подвигания забоя, м/сут
	без достаточного распора	с достаточным распором						
Неустойчивая	6	3	I,0	Обрушение происходит вслед за выемкой угля				3-4
Ниже средней устойчивости	I0	5	I,3	I0-I5	20	3-5	I,5	3-4
Средней устойчивости	I5	5	I,8	20-25	30	I0-I2	2,0	2-3
Устойчивая	20	I0	2,0	30-40	35-40	I5-20	3,5	I,5-2

*) При применении деревянных верхняков участок лавы, закрепленный П-образной крепью, не должен превышать I,5-2-кратных зон изгиба конвейера, но не более 30 м. Максимальное отставание временной крепи от рабочего органа комбайна не должно превышать 5 м. Максимальное расстояние между концом верхняка (бруса) и забоем должно быть не более 0,3 м.

делены на четыре типа: неустойчивые, ниже средней устойчивости, средней устойчивости и устойчивые (см. табл. 3.1).

В основу такой типизации положена устойчивая величина бесстоечного пространства, при которой в течение 6 часов не наблюдается вывалов и обрушений кровли в бесстоечном пространстве. Устойчивость кровли определяется в основном строением и прочностью нижней пачки непосредственной кровли - активным слоем. Мощность активного слоя принимается равной удвоенной высоте максимальных вывалов. При ширине бесстоечного пространства I,3-I,8 м величина активного слоя составляет 0,8-I,4 м. Устойчивая ширина бесстоечного пространства определяется слоистостью, прочностью пород и механической характеристикой применяемой крепи. При применении стоек с достаточным (более 60 % номинального сопротивления) первоначальным распором устойчивость кровли возрастает в два раза.

Кроме величины пролета бесстоечного пространства, другими параметрами устойчивости являются величина незакрепленного пространства за комбайном и отставание крепи или секции комплекса от его рабочего органа.

В табл. 3.I приведены основные параметры, определяющие устойчивость кровли в пределах этих типов применительно к выемке узкозахватными комбайнами.

3.2. Для предотвращения обрушения ложной кровли или неустойчивых нижних слоев непосредственной кровли при отработке пластов Интинского месторождения оставляется защитная угольная пачка. В этом случае устойчивость кровли во многом определяется прочностью и величиной защитной пачки.

При выборе величины защитной угольной пачки учитывается структурное строение угольного пласта, мощность ложной кровли, характер контакта между угольной пачкой и кровлей, прочность угля защитной пачки и величина необходимого пролета бесстоечного пространства.

В среднем мощность ложной кровли для условий основных рабочих пластов Интинского месторождения составляет 0,I-0,3 м, а величина защитной пачки принимается близкой к мощности ложной кровли.

Для поверочного расчета соответствия величины защитной пачки принятому значению пролета бесстоечного пространства, а также для установления класса устойчивости кровли рекомендуется пользоваться формулой

$$l = I,2\sqrt{\epsilon_p' h}\ , \text{ м} \qquad (3.1)$$

Классификация кровли по обрушаемости

Таблица 3.2

Типы кровли по обрушаемости	Литологический состав пород кровли	Расположение пород в кровле на расстоянии, кратном мощности пласта	Слоистость пород, м	Прочность пород на растяжение, кгс/см²	Величина зависания непосредственной кровли в выработанном пространстве, м	Величина опускания кровли в рабочем пространстве без учета влияния осадок основной кровли $\Delta h = kRm$.	Коэффициент влияния: вторичных осадок на величину нагрузок на крепь и опускний кровли $K_в$	Коэффициент влияния: первичных осадок основной кровли на увеличение нагрузок на крепь и опускний кровли $K_п$	Шаг обрушения основной кровли, м: вторичный $l_у$	Шаг обрушения основной кровли, м: первичный $l_{пр}$	Рекомендуемые средства и способы управления обрушением кровли в очистном забое
Легкообрушаемые	Аргиллит, реже алевролит	0-I	0,05-0,I	25-40	I,5	0,023Rm	I,I-I,2	I,5	4-6	I5-24	Механизированные и индивидуальные крепи; в качестве забойной крепи – металлические стойки трения и гидравлические; посадочная крепь – органный ряд из забойных стоек, возможна безорганная посадка
	Аргиллит	I-3	0,I -0,2	30-40							
	Аргиллит, иногда переслаивающийся алевролитом	3-6	0,2 -0,4	40-50							
Средней обрушаемости	Аргиллит, алевролит	0-I	0,I -0,2	40	2-4	0,0I7Rm	I,3-I,4	I,8	8-I2	36-50	Механизированные и индивидуальные крепи; в качестве забойной – преимущественно гидравлические стойки с внешним питанием; посадочная крепь – посадочные стойки, возможно применение органного ряда из гидравлических стоек с внешним питанием
	Аргиллит, алевролит, песчаник	I-3	0,2 -0,5	до 70							
	Аргиллит, алевролит, переслаивающийся песчаник	3-6	0,3-0,6	до 70							
Трудообрушаемые	Аргиллит, алевролит	0-3	0,I -0,5	40	2-4	0,0I7Rm	I,3-I,7	2,4	I6-20	70-90	Преимущественно должны применяться механизированные крепи, обязательны мероприятия по снижению интенсивности первичных обрушений основной кровли
	Песчаник	3-6 и выше	0,8 -I,0	Более 80							
	Аргиллит, алевролит	0-I	0,3 -0,8	70	Более 6	0,0I5Rm					
	Алевролит, песчаник	I-3	0,8 -I,0	Более 70							
	Песчаник	3-6	0,8 -I,0	Более 70							
Весьма трудообрушаемые	Алевролит, песчаник	0-0,5	0,5 -0,8	Более 70	Более I0	0,0IRm	I,9-2,I	2,6 и более	25-40	II0-I50	Только механизированные комплексы с предварительным проведением специальных мероприятий по снижению проявлений горного давления (нагнетание жидкости в породы основной кровли, опережающая подработка нижележащих пластов)
	Песчаник	I-3 и выше	I,5 -2,0	Более 80							
	Песчаник	I-6	I,5- 2,0 и более	65							

Примечание. R – ширина поддерживаемого пространства, м; m – мощность пласта, м.

где l – величина пролета бесстоечного пространства, м;

σ_p – предел прочности угля защитной пачки на растяжение, кгс/см^2;

h – мощность защитной пачки, м.

Выражение (3.I) справедливо при величине защитной пачки не более 0,3 м и мощности ложной кровли не более $2h$.

В приложении I приведены прочностные показатели защитных угольных пачек и устойчивые площади обнажения кровли в бесстоечном пространстве лав основных шахтопластов, отрабатываемых объединением Интауголь.

3.3. Классификация кровли по обрушаемости является основой для выбора способа управления кровлей, конструкции, механической характеристики посадочной и забойной крепей и плотности их установки в различных горно-геологических условиях (см. табл. 3.2).

В основу классификации положены закономерности проявлений горного давления, зависящие от строения, слоистости, прочности пород, соотношения мощностей непосредственной и основной кровли.

В соответствии с этими закономерностями кровли по обрушаемости отнесены к четырем основным типам: легкообрушаемые, среднеобрушаемые, труднообрушаемые и весьма труднообрушаемые. Основные признаки, определяющие поведение кровель этих типов, приведены в табл. 3.2.

В классификации ПечорНИИпроекта по обрушаемости комплексно использованы основные признаки, содержащиеся в классификации о. ВУГИ (Д.С.Ростовцева), ДонУГИ (В.Т.Давидяица) и ВНИМИ (С.Т.Кузнецова), что позволяет иметь большую информацию по количественным значениям проявлений горного давления и осуществлять более объективный выбор рациональной технологии управления кровлей для рассматриваемых условий. Соотношения между основными классификациями кровель по обрушаемости приведены в табл. 3.3.

Типизация кровли по устойчивости и по обрушаемости обеспечивает при использовании данной классификации объективную характеристику кровли очистных забоев с учетом ее строения и прочности пород.

На основе классификации применительно к определенным горно-геологическим условиям разрабатывается рациональная технология выемки угля путем выбора вида крепи, способа управления кровлей, схемы расположения, типа и плотности забойной, посадочной и временной крепей.

Расчет податливости, несущей способности и величин первоначального распора забойных и посадочных стоек индивидуальной крепи и соответствия удельного сопротивления секций механизированной крепи рекомендуется производить по формулам, приведенным в разделах 6 и 7.

По структурным колонкам и известным физико-механическим свойствам, пользуясь классификацией кровли, можно прогнозировать ее поведение, характер и ожидаемые величины проявлений горного давления до начала очистных работ на различных участках месторождения или шахтного поля. Для уточнения строения кровли и прочностных свойств пород необходимо бурить скважины с отбором керна и с последующим исследованием его свойств. Расстояние между скважинами по простиранию принимается от 250 до 300 м, по падению – 150-200 м. Одновременно с этим производится съемка трещиноватости пород, фиксируется изменение мощности пласта и угла падения.

При отсутствии достаточных данных о литологическом, структурном строении и прочностных свойствах пород для предварительного отнесения кровель к труднообрушаемым можно воспользоваться признаками, указанными во "Временной инструкции по выбору способов и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках" [10]. Перечень пластов с труднообрушаемой кровлей и признаки труднообрушаемых кровель приведены в приложении 2.

3.4. Необходимость использования дополнительных элементов крепи (лежанов, уширенных опор или оснований) при известной несущей способности почвы определяется по классификации почвы, приведенной в табл. 3.4.

Несущая способность почвы определяется по методике, приведенной в приложении 3.

4. ВЫБОР КРЕПИ ДЛЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

4.I. Выбор индивидуальной или механизированной крепи для отработки выемочного участка производится на основе анализа горно-геологических условий и сравнения технико-экономических показателей. При этом учитывается не только соответствие механизированной крепи горнотехническим условиям, но и количество запасов, подлежащих выемке.

4.2. Выбор вида индивидуальной крепи.

Таблица 3.3

Соотношение между классификациями кровель по обрушаемости

Наименование классов кровель по обрушаемости по классификации Печорниипроекта	Соответствующие классы кровель по обрушаемости по классификации			
	с. ВУТИ	ДонУГИ	ВНИМИ	ИГД им. А.А.Скочинского
Легкообрушаемые	I	A_1	IA	I, II, III
Средней обрушаемости	I	A_2	IA, IC	IУ
Труднообрушаемые	II-III	A_3	IB, ID	У, УШ, IX
Весьма труднообрушаемые	III	A_4, A_5	-	УI, УП, IX

Таблица 3.4

Классификация почвы угольных пластов

Тип почвы	Несущая способность почвы, кгс/см^2	Рекомендуемые средства при установке индивидуальной крепи	Примечание
Слабые	I5-80	Уширенные опоры и лежаны	Эффективное применение сверлильных механизированных крепей возможно без дополнительных мероприятий при несущей способности почвы не менее 30-35 кгс/см^2
Средней прочности	80-I50	Металлические стойки ставятся на лежаны	
Прочные	более I50		

4.2.I. При применении способа управления кровлей полным обрушением индивидуальную крепь рекомендуется применять при кровлях легкообрушаемых и средней обрушаемости. Металлические стойки трения постоянного сопротивления могут применяться в этих условиях в качестве призабойной и посадочной крепей. В целях снижения трудоемкости процессов крепления и управления кровлей, повышения надежности поддержания призабойного пространства на пластах мощностью более I,6 м рекомендуется преимущественное применение гидравлических стоек с внешним питанием.

4.2.2. Возможно применение индивидуальной крепи при труднообрушаемых кровлях. В этих случаях, как правило, должны применяться гидравлические стойки с внешним питанием.

4.2.3. Гидравлическая передвижная посадочная крепь (типа "Спутник") рекомендуется к преимущественному применению на пластах с труднообрушаемыми породами при кровлях средней устойчивости и несущей способности почвы не менее 35 кгс/см^2. Посадочная крепь "Спутник" должна устанавливаться в основном комплектно с гидравлической призабойной крепью.

4.2.4. Деревянные стойки должны применяться преимущественно до первичной посадки на пластах пологого и наклонного падения, а также в сложных горно-геологических условиях в качестве основной крепи.

4.2.5. Металлические верхняки (дисковые, консольные, выдвижные, широкополочные и др.) рекомендуется применять в комплекте с гидравлическими стойками при устойчивых кровлях средней обрушаемости и вынимаемой мощности пласта до I,6 м; возможно их применение на пластах мощностью до I,3 м с труднообрушаемыми кровлями.

4.2.6. При отработке участков с труднообрушаемыми и весьма трудообрушаемыми кровлями на пластах мощностью более I,3 м необходимо применять механизированные комплексы. В этих случаях обязательно проведение специальных мероприятий, способствующих своевременному обрушению зависших пород (первоочередная отработка защитных пластов, предварительная гидрообработка кровли, микроторпедирование, торпедирование кровли).

4.2.7. В очистных забоях на пластах со слабыми породами почвы индивидуальная металлическая и деревянная крепи должны устанавливаться на лежаны. Для металлических стоек возможно использование уширенных опор.

4.2.8. При выборе наиболее рациональных типов крепи и ее элементов рекомендуется применять метод сравнения комплексных характеристик работы крепи, который приведен в приложении 4, рис.П.4.I и П.4.2.

4.2.9. Обрушение кровли на пластах с легкообрушаемыми кровлями может производиться на органный ряд из индивидуальных стоек; при использовании в качестве забойной крепи гидравлических стоек и повышенной плотности их установки возможно применение безорганной посадки.

4.2.I0. При кровлях средней обрушаемости рекомендуется производить обрушение на посадочные стойки постоянного сопротивления. При отсутствии необходимых типоразмеров посадочных стоек возможно применение органной крепи из забойных стоек.

4.2.II. При отработке с индивидуальной крепью пластов с труднообрушаемыми кровлями в качестве посадочной крепи могут применяться посадочные гидравлические стойки, установка, разгрузка и передвижка которых производится дистанционно.

4.2.I2. При выборе типа и конструкции индивидуальной крепи необходимо руководствоваться следующими положениями:

при применении деревянных верхняков, независимо от устойчивости кровли при труднообрушаемых породах, необходимо предусматривать рамную конструкцию временной и постоянной крепей, т. е. с обязательной установкой призабойной стойки у забоя;

при наличии слабых почв и применении леманов в забоях с широкозахватными комбайнами допускается установка временной крепи из одной стойки под распил, при этом отставание рамной постоянной крепи не должно превышать I5-20 м;

в сложных горно-геологических условиях при применении металлической индивидуальной крепи допускается использование деревянных стоек не более I5 %, не считая органного ряда;

допускается в лавах, закрепленных деревянной крепью, применение металлических стоек в качестве временной крепи;

допускается в лавах, закрепленных металлическими стойками устанавливать деревянные стойки в последнем ряду призабойной крепи в сверенной раме или рядом с рамой крепи, если они служат контрольными или защитными элементами;

во всех остальных случаях запрещается совместное применение в очистных забоях стоек с различными механическими характеристиками.

4.2.I3. Выбор типоразмеров призабойных металлических стоек осуществляется, исходя из следующих закономерностей.

4.2.I3.I. При металлическом верхняке:

$$L_{max} = m_{ср} + \Delta m_{ср} - h_{в.м} - K \cdot K_в (m_{ср} + \Delta m_{ср}) R_1, \text{ м}; \quad (4.1)$$

$$L_{min} = m_{ср} - \Delta m_{ср} - h_{в.м} - K \cdot K_в (m_{ср} - \Delta m_{ср}) R_2 - \theta, \text{ м}; \quad (4.2)$$

где L_{max} – максимальная необходимая длина призабойной стойки, м;

$m_{ср}$ – средняя мощность пласта, м;

$\Delta m_{ср}$ – максимальное отклонение средней мощности пласта в пределах выемочного участка, м;

$h_{в.м}$ – высота металлического верхняка, м;

K – коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние прочности и слоистости пород на сближение пород почвы и кровли;

$K_в$ – коэффициент влияния осадок кровли;

θ – величина запаса раздвижности для разгрузки призабойной стойки, м;

R_1 и R_2 – расстояние от забоя соответственно до первого ряда, до последнего ряда призабойной крепи (до места разгрузки и извлечения призабойных стоек), м.

4.2.I3.2. При деревянном верхняке:

$$L_{max} = m_{ср} + \Delta m_{ср} - 0{,}75 h_{в.д} - K \cdot K_в (m_{ср} + \Delta m_{ср}) R_1, \text{ м}; \quad (4.3)$$

$$L_{min} = m_{ср} - \Delta m_{ср} - 0{,}5 h_{в.д} - K \cdot K_в (m_{ср} - \Delta m_{ср}) R_2 - \theta, \text{ м}; \quad (4.4)$$

где $h_{в.д}$ – высота (толщина) деревянного верхняка, м;

0,75 и 0,5 – коэффициенты, учитывающие деформацию верхняка по толщине соответственно при начальном распоре и рабочем сопротивлении.

Величина коэффициента $K_в$ принимается по табл. 3,2, а запас раздвижности θ для разгрузки – равным 0,05 м.

5. ВЫБОР ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАСПОРТА КРЕПЛЕНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ С ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КРЕПЬЮ

5.I. Для каждого очистного забоя с индивидуальной крепью составляются два паспорта крепления: до первичного обрушения пород кровли; на период первичного обрушения и установившегося сдвижения пород.

5.2. Главными элементами паспорта крепления являются:

ширина поддерживаемого пространства;

величина бесстоечного пространства;

шаг обрушения или переноски крепи;

отставание временной и постоянной крепей от рабочего органа выемочной машины;

величина пролета, при достижении которого производится первичное обрушение пород кровли;

плотность крепи (забойной, посадочной);

зона первичного обрушения.

5.3. При определении указанных параметров необходимо учитывать закономерности сдвижения подрабатываемой толщи пород.

Нагрузка на крепь определяется давлением сдвигающейся толщи пород кровли на высоту, равную 5-6 мощностям пласта, однако основное влияние на ее формирование оказывает нижняя пачка слоев кровли, равная по высоте двум-трем мощностям пласта.

Строением и прочностью нижней пачки, кратной I,0-I,5 мощности пласта, определяется интенсивность и возможность проявлений ударных нагрузок на крепь.

5.4. Порядок выбора основных элементов схемы крепления и управления кровлей должен быть следующим:

5.4.I. По структурным колонкам разведочных скважин и имеющимся данным о физико-механических свойствах пород кровли определяется тип кровли по обрушаемости и устойчивости (см. табл. 3.I; 3.2).

5.4.2. По типу кровли из табл. 3.2 определяется шаг обрушения пород основной кровли при первичном и последующих обрушениях.

5.4.3. В зависимости от типа кровли устанавливается расстояние от разрезной печи, на котором будет производиться первичная посадка. При применении органной крепи это расстояние должно быть не более предельного пролета первичного обрушения основной кровли и не менее двух шагов обрушения основной кровли при установившемся сдвижении.

При применении посадочных стоек отход от разрезной печи должен быть также не более пролета первичного обрушения основной кровли и не менее одного шага обрушения при установившемся сдвижении, т. е. величина отхода забоя $\ell_п$ на момент первичной посадки кровли должна удовлетворять условиям:

при органной крепи $$2\ell_у \leqslant \ell_п \leqslant \ell_{пр} \quad ; \qquad (5.I)$$

при посадочных стойках $$\ell_у \leqslant \ell_п \leqslant \ell_{пр} \quad , \qquad (5.2)$$

где $\ell_{пр}$ – предельный пролет первичного обрушения основной кровли;

$\ell_у$ – шаг обрушения основной кровли при установившемся сдвижении пород.

При применении забойной и органной крепи из металлических стоек на пластах с легкообрушаемыми кровлями и посадочных стоек при кровлях средней обрушаемости можно вести работу от разрезной печи без предварительного отхода на деревянной крепи при условии, что непосредственная кровля обрушается при пролете не более 5 м, включая ширину разрезной печи. При этом обрушающая пачка породы должна подбучивать выработанное пространство на высоту, превышающую мощность пласта не менее чем на I,0 м.

Необходимая величина сравнительно легкообрушающейся пачки, при которой практически исключается влияние внезапных обрушений кровли, сопровождающихся ударными нагрузками на крепь, определяется по формуле

$$H = \frac{m + I}{K_р} \text{ , м,} \qquad (5.3)$$

где m – мощность пласта, м;

$K_р$ – коэффициент разрыхления пород нижней пачки, в зависимости от мощности пласта и свойств пород изменяется от I,4 до I,8.

5.5. Зона первичного обрушения, в которой после произведенной посадки кровли рекомендуется предусматривать временное усиление

крепи в очистном забое, принимается равной максимальному шагу первичного обрушения основной кровли. Для кровель средней обрушаемости это расстояние должно быть не менее 50 м, труднообрушаемых - 90 м и весьма труднообрушаемых - 150 м.

5.6. При выборе шага посадки необходимо исходить из следующих положений:

при применении индивидуальной металлической крепи шаг посадки должен быть равен ширине захвата комбайна;

при применении металлических стоек до 85 % с металлическим органным рядом и использовании в качестве предохранительных деревянных стоек в условиях кровель легкообрушаемых и средней обрушаемости шаг посадки может быть принят равным двукратной глубине вруба;

при применении деревянной крепи и неустановленном шаге посадки в аналогичных условиях шаг обрушения принимается равным 80 % величины минимального шага обрушения основной кровли для пород средней обрушаемости и 50 % при труднообрушаемых, приведенных в табл. 3.2;

при труднообрушаемых кровлях следует предусматривать мероприятия по принудительному обрушению или предотвращению зависаний, превышающих в очистных забоях с деревянной крепью шаг посадки и при металлической - два шага переноски крепи.

5.7. При труднообрушаемых кровлях посадка (переноска) посадочной и забойной крепей может производиться только одним фронтом с подвиганием в одну сторону. Применение рассредоточенного способа посадки с разделением лавы на отдельные участки с односторонним или встречным движением фронтов посадки не допускается.

5.8. Выбор минимальной ширины призабойного пространства производится из расчета обеспечения свободного прохода людей по лаве, размещения необходимого резерва крепи. В очистных забоях с легкообрушаемыми и средней обрушаемости кровлями за конвейером до органного ряда можно оставлять до двух циклов при глубине вруба 0,6 и 0,8 м, при труднообрушаемых кровлях и глубине вруба 0,8 и 1,0 м - до одного цикла. При наличии интенсивного отжима угля и мощности пласта от 1,6 м и выше желательно поддержание двух циклов за конвейером, в этом случае в забоях с кровлями средней обрушаемости и труднообрушаемыми предусматривается увеличение плотности предпоследнего ряда соответственно на 15 и 30 % от первоначальной.

5.9. Допустимые отставания крепи от комбайна в зависимости от класса устойчивости кровли определяются по табл. 3.1.

5.10. Применяемые схемы крепления и управления кровлей в очистных забоях с узкозахватными комбайнами должны обеспечивать своевременный и безопасный подхват кровли без нахождения людей в незакрепленном пространстве между забоем и конвейером или на конвейере.

5.11. При выборе схем крепления и организации работ по возведению крепи в конкретных горно-геологических условиях следует учитывать, что наиболее эффективное и своевременное поддержание кровли может быть осуществлено при использовании выдвижных или серийных шарнирных верняков с приспособлением для их навешивания ПНВ-4.

Схемы паспортов крепления очистных забоев, предусматривающие своевременный и безопасный подхват кровли за комбайном и в бесстоечном пространстве с использованием существующих конструкций шарнирных верняков, устройств для их консольной навески и технология работ приведены в приложении 5. В основу этих схем положены паспорта ДонУГИ, апробированные на шахтах Донбасса в условиях, аналогичных Печорскому бассейну [28].

5.12. Паспорта крепления и управления кровлей для сложных горно-геологических условий, в которых исключается возможность использования металлических крепей или шарнирных верняков, должны согласовываться с бассейновым институтом и утверждаться в установленном порядке техническим директором объединения.

6. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ ПЛОТНОСТИ ЗАБОЙНОЙ И ПОСАДОЧНОЙ КРЕПЕЙ

6.1. Расчет плотности крепи производится в следующем порядке:

определяется необходимая несущая способность забойной крепи;

определяется с учетом ширины поддерживаемого призабойного пространства необходимая несущая способность посадочной крепи;

на основании выбранных средств крепления и полученных значений необходимой несущей способности рассчитывается требуемая плотность крепи;

производится расчет необходимой величины распора забойной и посадочной крепей. При несоответствии распора и принятых средств крепления расчетным плотность крепи изменяется пропорционально коэффициентам $K_у$, приведенным в табл. 6.3.

(В используемых выражениях для расчета приняты те же обозначения, что и в табл. 3.I, 3.2, 6.I и 6.3).

6.2. Несущая способность призабойной крепи определяется по формуле

$$P_з = \frac{m}{K_{р.м} - I} \gamma \cdot K_в, \text{ тс/м}^2. \qquad (6.I)$$

6.3. Необходимая величина первоначального распора забойной крепи $P_{р.з}$ рассчитывается по формуле

$$P_{р.з} = I0 \frac{m \ell^2}{\sqrt{R}}, \text{ тс/м}^2 \qquad (6.2)$$

где ℓ – ширина постоянно поддерживаемого бесстоечного пространства или расстояние от забоя до первого ряда постоянной крепи;

R – максимальная величина поддерживаемого призабойного пространства, м.

Оптимальная величина первоначального распора посадочной крепи должна быть не менее номинальной несущей способности стоек забойной крепи.

6.4. Величина несущей способности посадочной крепи на I м длины лавы определяется по формуле

$$P_п = \frac{m}{K_{рм} - I} \gamma \cdot K_в R, \text{ тс/м}. \qquad (6.3)$$

6.5. Плотность призабойной крепи будет равна

$$П_з = \frac{P_з}{P_с}, \text{ ст/м}^2, \qquad (6.4)$$

где $P_с$ – несущая способность стойки, тс) для металлических стоек по технической характеристике; для деревянных – по табл. П.4.I.

6.6. При расчетах величины коэффициентов $K_{р.м}$, $K_в$ и $K_п$ принимаются из табл. 6.I и 3.2 в соответствии с установленным типом кровли.

При расчетах необходимой несущей способности крепи на момент первой посадки и работы в зоне возможного первичного обрушения пород основной кровли в формулах (6.I) и (6.3) вместо коэффициента $K_в$ ставится $K_п$, значения которого приведены в табл. 3.2.

Величина коэффициента разрыхления массива $K_{р.м}$ принимается согласно данным табл. 6.I.

Таблица 6.I

Мощность пласта, м	I,0	I,5	2,0	2,5	3,0
Значение $K_{р.м}$	I,27	I,30	I,3I	I,32	I,33

6.7. Во всех случаях несущая способность стоек призабойной крепи должна выбираться с таким расчетом, чтобы обеспечить необходимое сопротивление при соблюдении требований правил безопасности относительно допустимой ширины прохода между стойками и рядами стоек.

6.8. Несущая способность и величина предварительного распора призабойной и посадочной крепей в зависимости от классификации кровли и вынимаемой мощности пласта ориентировочно оцениваются по данным табл. 6.2.

Табличные значения рассчитаны при ширине поддерживаемого призабойного пространства 4,0 м и величине бесстоечного пространства I,2 м.

При величине предварительного распора менее оптимальной – по формуле (6.2) – плотность призабойной крепи увеличивается в соответствии с данными табл. 6.3 на величину коэффициента увеличения плотности $K_у$ в зависимости от типа кровли по обрушаемости.

6.9. Расчет плотности забойной и посадочной крепей в очистных забоях по предложенной методике производится перед составлением паспорта крепления и управления кровлей, а также может быть использован при поверочных расчетах действующих паспортов в различные моменты технологического цикла.

Примеры расчета плотности крепи приведены в приложении 6.

Таблица 6.2

Кровли	Основные параметры механических характеристик стоек																			
	заходных										посадочных									
	несущая способность, тс/м²					величина первоначального распора, тс/м²					величина несущей способности, тс/м²					величина первоначального распора, тс/м²				
	мощность пластов, м																			
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Легкообрушаемая	11	15	20	24	29	7	11	14	18	22	44	60	80	96	116	11	15	20	24	29
Средней обрушаемости	13	18	23	28	33	7	11	14	18	22	52	72	92	112	132	13	18	23	28	33
Трудно-обрушаемая	16	21	28	34	40	7	11	14	18	22	64	85	112	136	160	16	21	28	34	40

Таблица 6.3

Тип кровли по обрушаемости	Тип кровли по устойчивости	Увеличение плотности крепи	
		при стойках трения $K_у$	при гидравлических стойках с деревянными верхняками $K_у$
Легкообрушаемая	Неустойчивая и ниже средней устойчивости	1,4	1,2
Средней обрушаемости	То же	1,7	1,4
Труднообрушаемая	-"-	2,3	2,0

Примечание. При применении крепей с распором ниже оптимального плотность крепи должна быть увеличена согласно значениям, указанным в табл. 6.3.

6.10. При управлении кровлей частичной закладкой или обрушением на угольные целики в связи с тем, что в этих случаях при правильно выбранных параметрах исключается влияние вторичных осадок кровли, расчет плотности призабойной крепи производится для поддержания слоя легко- и среднеобрушаемой непосредственной кровли. При этом несущая способность крепи должна быть достаточной для поддержания слоя пород толщиной не менее трехкратной мощности пласта.

7. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ И ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАСПОРТА КРЕПЛЕНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ С МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПЬЮ

7.1. При разработке паспорта крепления и управления кровлей в очистном забое, оборудованном механизированной крепью, согласно горно-геологическим условиям выемочного участка определяются основные параметры проявлений горного давления и элементы паспорта крепления по методике, аналогичной расчету паспорта крепления для забоя с индивидуальной крепью.

7.2. Расчеты производятся в следующем порядке:

7.2.1. Определяется класс кровли по устойчивости и обрушаемости (см. табл. 3.1 и 3.2).

7.2.2. Рассчитываются по формулам, приведенным в приложении 7, или берутся из табл. 3.1 и 3.2:

шаг первичного обрушения основной кровли;

шаг вторичных осадок основной кровли;

допустимая площадь незакрепленного пространства или допустимая величина отставания передвижки секций крепи от рабочего органа комбайна;

величины смещений кровли на границе поддерживаемого пространства;

ожидаемая высота вывалов;

величина отжима угля -

и предусматриваются средства и мероприятия по предотвращению внезапных обрушений угля и пород и снижению их величин.

7.2.3. Проверяется соответствие выбранного типоразмера крепи отрабатываемой мощности пласта.

2.4. Производится расчет необходимой несущей способности механизированной крепи.

7.3. При выборе типоразмера крепи механизированного комплекса пользуются следующей расчетной схемой для определения максимальной и минимальной высоты крепи с учетом опускания кровли, запаса раздвижности, необходимого для передвижки крепи.

Минимальная высота крепи определяется при наибольшем удалении последнего ряда стоек от забоя на участке с наибольшим утонением пласта

$$H_{min} \leqslant m_{min} - K \cdot m_{max} \cdot R_з \cdot K_в - \theta \qquad (7.1)$$

где H_{min} – минимальная высота крепи комплекса, м;

m_{min} – минимальная мощность пласта, м;

K – коэффициент, учитывающий класс кровли (см. табл. 3.2, графа 7);

$R_з$ – расстояние от забоя до задней стойки секции крепи, м;

$K_в$ – коэффициент влияния вторичных осадок на величину смещения кровли (см. табл. 3.2);

θ – запас раздвижности, принимаемой для пластов мощностью до 1,0 м равным 30 мм, для пластов мощностью свыше 1,0 м – 50 мм.

Максимальная высота крепи устанавливается из условий работы крепи в лаве на участке с наибольшей мощностью пласта

$$H_{max} \geqslant m_{max} - K m_{max} \cdot R_п \cdot K_в \ , \qquad (7.2)$$

где H_{max} – максимальная высота крепи, м;

m_{max} – максимальная мощность пласта, м;

$R_п$ – расстояние от забоя до передней стойки крепи, м.

При применении серийных механизированных крепей на участках с весьма труднообрушаемыми кровлями минимальная и максимальная высоты крепи должны удовлетворять условиям:

$$H_{min} \leqslant m_{min} - K \cdot m_{max} \cdot R \cdot K_в - 0{,}1\, m_{min} \ ; \qquad (7.3)$$

$$H_{max} \geqslant m_{max} - 0{,}2 m_{max} \ .$$

где $0{,}1\,m$ – суммарная величина мгновенных смещений при осадках основной кровли на участках, где не применялись методы разупрочнения;

$0{,}2\,m$ – величина неустойчивых слоев кровли, обрушающихся в рабочем пространстве очистного забоя при осадках основной кровли, м.

7.4. Расчет необходимой несущей способности механизированной крепи заключается в проверке соответствия удельного сопротивления крепи комплекса ожидаемым нагрузкам согласно горно-геологическим условиям данного очистного забоя при первичных и вторичных осадках основной кровли.

7.5. Необходимая несущая способность механизированной крепи определяется по формуле

$$P = \frac{2\ell \cdot m \cdot b \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} K_в, \text{ тс}. \qquad (7.5)$$

Удельное сопротивление находится из выражения

$$P_{уд} = \frac{2\ell \cdot m \cdot b \cdot \gamma}{(K_{рм} - 1)S} K_в, \text{ тс/м}^2 \qquad (7.6)$$

где ℓ – длина перекрытия или поддерживающей части крепи, м;

b – ширина секции, м;

m – вынимаемая мощность пласта, м;

γ – средневзвешенный объемный вес породной толщи в зоне обрушения, т/м^3;

$K_{р.м}$ – коэффициент разрыхления пород кровли;

$K_в$ – коэффициент влияния вторичных осадок основной кровли;

S – площадь, поддерживаемая секцией крепи, м^2;

С учетом линейных размеров перекрытия секций для крепей поддерживающего типа (КМ-87) можно воспользоваться формулами:

сопротивления секции крепи $P = \frac{6m \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} K_в$, тс; (7.7)

удельного сопротивления $P_{уд} = \frac{2m\gamma}{K_{рм} - 1} K_в$, тс/м^2 (7.8)

Полное сопротивление секции крепи ОМКТ, ОКП оградительно-поддерживающего типа определяется по формуле

$$P = \frac{2{,}4\, m \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} K_в, \text{ тс.} \qquad (7.9)$$

Удельное сопротивление равно

$$P_{уд} = \frac{1{,}2\, m \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} K_в, \text{ тс/м}^2. \qquad (7.10)$$

Полное сопротивление секции крепи 2МКЭ или 1МК определяется по формуле

$$P = \frac{5{,}2\, m \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} K_в, \text{ тс.} \qquad (7.11)$$

Удельное сопротивление равно

$$P_{уд} = \frac{2\, m \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} K_в, \text{ тс/м}^2. \qquad (7.12)$$

Для крепи типа М81 полное сопротивление секции и удельное сопротивление соответственно определяются по формулам:

$$P = \frac{3{,}9\, m \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} K_в, \text{ тс;} \qquad (7.13)$$

$$P_{уд} = \frac{1{,}4\, m \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} K_в, \text{ тс/м}^2. \qquad (7.14)$$

Необходимое сопротивление крепей при первичных осадках основной кровли определяется аналогично по приведенным выше формулам, в которых вместо коэффициента $K_в$ принимается $K_п$ (см. табл. 3.2).

7.6. При несоответствии несущей способности крепи требованиям ПТЭ (§. 95) разрабатываются мероприятия по разупрочнению кровли. Выбор способов разупрочнения труднообрушаемой кровли производится на основании анализа горно-геологических условий отрабатываемого участка, области эффективного применения способов разупрочнения и сравнения затрат на их осуществление. Расчет параметров выбранного способа производится в соответствии с Временной инструкцией [10].

7.7. При крепях с повышенным сопротивлением, соответствующим требованиям ПТЭ, разупрочнение труднообрушаемой кровли обязательно на момент отхода от монтажной камеры при отсутствии или незначительной величине легкообрушающейся пачки. В этом случае разупрочнение кровли производится во избежание воздушных ударов, которые возникают в момент внезапного обрушения зависших пород на пролете 30-40 м.

Необходимость дальнейшего разупрочнения определяется характером обрушения пород. Вероятность возникновения воздушных ударов уменьшается при постоянном обрушении пачки пород, превышающем мощность пласта с коэффициентом разрыхления $K_р$, равным 1,4 - 1,5.

8. УПРАВЛЕНИЕ КРОВЛЕЙ И КРЕПЛЕНИЕ В ЛАВАХ СО СЛОЖНЫМИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ И ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

8.1. К сложным горно-геологическим условиям относят отработку угольных пластов с труднообрушаемыми, неустойчивыми кровлями, слабыми почвами, при значительной обводненности, а также на участках, прилегающих к геологическим нарушениям или местам замены литологического состава кровли.

Основным горнотехническим фактором, определяющим опасные проявления горного давления в очистных забоях, является опорное давление, которое проявляется при подработке и надработке целиков угля, оставленных на смежных пластах, при ведении работ в створе.

В очистных забоях при ведении работ в зонах геологических нарушений интенсивность проявлений горного давления зависит от типа нарушения, прочности вмещающих пород, напряженного состояния массива и может характеризоваться значительной неопределенностью, что обуславливается необходимостью постоянного и строгого контроля как со стороны геологической службы, так и надзора участка.

На участках опорного давления величины смещения кровли, высоты вывалов, отжима угля и нагрузок на крепь обычно в 1,5-2,0 раза выше, чем вне зоны влияния опорного давления. Непосредственная кровля постоянно нарушена на 80 % протяженности зоны.

8.2. Безопасная отработка угольных пластов в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях может быть обеспечена

при использовании различных технологических мероприятий по локализации вредного влияния комплекса или отдельных факторов на проявления горного давления в очистном забое.

Эффективность разработанных мероприятий зависит от своевременного и качественного прогноза зон влияния вредных факторов.

8.3. Переход геологических нарушений.

8.3.1. К геологическим нарушениям относятся нарушения с изменением мощности пласта типа вздутия, утонения, размыва и без изменения мощности пласта типа сброса, взброса, надвига, флексурных складок, характеризующиеся наличием в кровле зеркал скольжения и повышенной трещиноватости пород.

8.3.2. Зона повышенной трещиноватости пород, которая прилегает к нарушению разрывного типа, определяется по формуле

$$L = 4\sqrt{N}\, e^{2\cos\beta}, \text{ м}, \qquad (8.1)$$

где L – протяженность зоны повышенной трещиноватости пород, считая от нарушения, м;

N – величина нормальной амплитуды, м;

β – угол падения смесителя, градус;

$e = 2{,}71$.

Для оценки развития нарушения в выемочном поле или столбе при амплитуде менее 2,0 м рекомендуется пользоваться формулой

$$L' = 105 N^{0,9}, \qquad (8.2)$$

где L' – длина нарушения, м.

8.3.3. При переходе геологических нарушений с изменением мощности пласта предусматриваются операции в технологическом процессе по присечке боковых пород или выкладке костров, оставлению пачки угля в почве и соответственно вносятся изменения в паспорт крепления и управления кровлей.

8.3.4. Геологические нарушения типа сброса, взброса, надвига с вмещающими породами, которые можно разрушать исполнительными органами комбайна, проходятся с присечкой. При применении механизированных крепей высота призабойного пространства уменьшается до минимально допустимого размера. Почвы или вывалы следует закладывать деревом.

8.3.5. При переходе зон с неустойчивой или трещиноватой кровлей увеличивается плотность установки крепи, применяется опережающая затяжка кровли. В зонах сильно трещиноватых слабых пород рекомендуется производить опережающее анкерование кровли и пласта или применять опережающую крепь.

8.3.6. Оценка целесообразности перехода нарушений механизированными комплексами производится с учетом технической возможности и экономической целесообразности. Выбор необходимой технологической схемы перехода нарушений производится по альбому "Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах", [12].

8.4. Переход зон опорного давления.

8.4.1. Величины зон опорного давления при надрабатываемых подрабатываемых целиках и на участках частично подработанного и недоработанного угольного массива, а также зон при сходе очистных забоев из неподработанного в подработанное пространство определяются по формулам и схемам, приведенным на рис. 8.1, и наносятся на совмещенные планы горных работ.

8.4.2. При подходе лавы к зоне опорного давления целиков начальник участка обязан ознакомить рабочих очистного забоя с изменившимися условиями работы лавы и принять меры по управлению кровлей и креплению, обеспечить необходимый запас крепежных материалов или стоек большего типоразмера, а также внести соответствующие изменения в паспорт крепления очистного забоя и организацию работ.

8.4.3. Во время работы лавы в зоне опорного давления целиков, кроме мероприятий по предотвращению динамического воздействия горного давления на призабойное пространство, при ухудшении состояния кровли необходимо уменьшить шаг установки стоек вдоль лавы (при индивидуальном креплении), увеличить площадь затяжки кровли, применять анкерование или опережающую крепь.

Отработку выемочных участков в зонах влияния оставленных целиков рекомендуется производить с применением гидравлических крепей при управлении кровлей полным обрушением.

Во избежание значительных зависаний кровли следует использовать способы разупрочнения труднообрушаемых пород.

8.4.4. На пластах, опасных по динамическим проявлениям горного давления (по горным ударам, внезапным выбросам угля и газа),

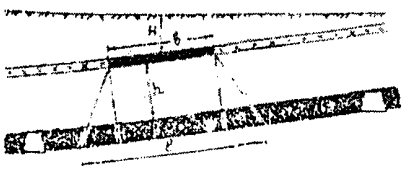
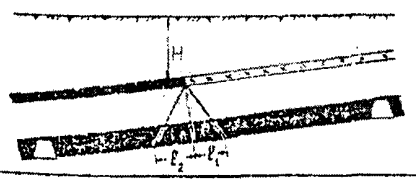
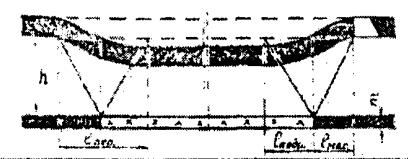
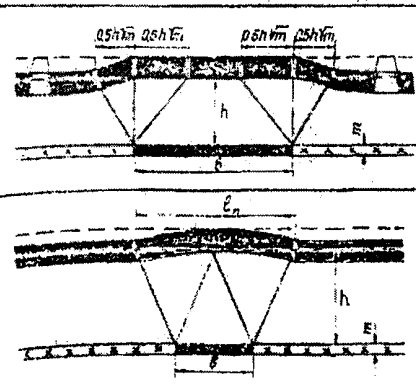
Характер зоны опорного давл.	Схема	Расчетная формула
Влияние подрабатываемых угольных целиков		$\ell = 2\sqrt{h} - b$
Влияние подрабатываемого угольного массива		$\ell_1 = 0{,}03H$ $\ell_2 = 0{,}07H$
Величина переходных зон при движении забоя из неподработанного в подработанный угольный массив		$\ell_{подр.} = 0{,}7h\sqrt{m}$ $\ell_{нед.} = 0{,}6h\sqrt{m}$
Влияние надрабатываемых целиков, оставляемых по нижележащему пласту: а–при ширине целика между пластья $b<h$ б–при ширине целика между пластья $b>h$		$\ell_{ц} = 0{,}5h\sqrt{m}$ $\ell_{зц} = 0{,}6h\sqrt{m}$ $\ell_{общ} = 1{,}1h\sqrt{m}$ $\ell_n = \frac{2{,}2b^2\sqrt{m}}{h}$

Рис. 8.1. Расчетные схемы и формулы для определения величин зон вредного влияния горных работ на сближенных пластах

зонах геологических нарушений и влияния опорного давления, помимо приведенных выше рекомендаций, работы ведутся согласно с требованиями соответствующих инструкций ПБ.

9. ВЫБОР СРЕДСТВ И СХЕМ КРЕПЛЕНИЯ КОНЦЕВЫХ УЧАСТКОВ

9.1. Общие положения.

9.1.1. Под концевым участком лавы понимается участок очистного забоя, прилегающий к оконтуривающим его выработкам, и часть выработки, находящаяся в зоне влияния очистных работ. Этот участок характеризуется различием средств и схем крепления, технологических процессов и закономерностей проявлений горного давления. Для дальнейшей типизации схем крепления этих участков предлагается разделение его на зоны, которые характеризуются общностью условий работы крепи и одинаковыми закономерностями проявлений горного давления.

В качестве таких зон выбраны (рис. 9.1): ниши (I-I^I), сопряжения (2-2^I), участки выработок впереди очистного забоя (3-3^I) и позади лавы (4-4^I).

9.1.2. Для каждой зоны в зависимости от мощности пласта, применяемых средств механизации в очистном забое, способов подготовки внемочного участка, охраны и поддержания выработки, площади ее сечения и вида применяемой крепи, расположения относительно разрабатываемого пласта выбирается конкретная схема крепления определенной зоны. На основе выбранных средств и схем крепления зон составляется общий паспорт крепления концевого участка, включающий все технические решения по креплению каждой отдельной зоны.

9.1.3. Паспорт крепления концевого участка должен базироваться на применении современных технических решений, обеспечивающих:

безопасное и надежное крепление всех зон концевого участка при наименьшей трудоемкости работ;

ликвидацию или значительное снижение длины ниш;

применение средств комплексной механизации (гидрофицированных крепей сопряжения и усиления, укороченных приводных и натяжных станций забойных конвейеров, концевых секций, секций с удлиненными и выдвижными козырьками).

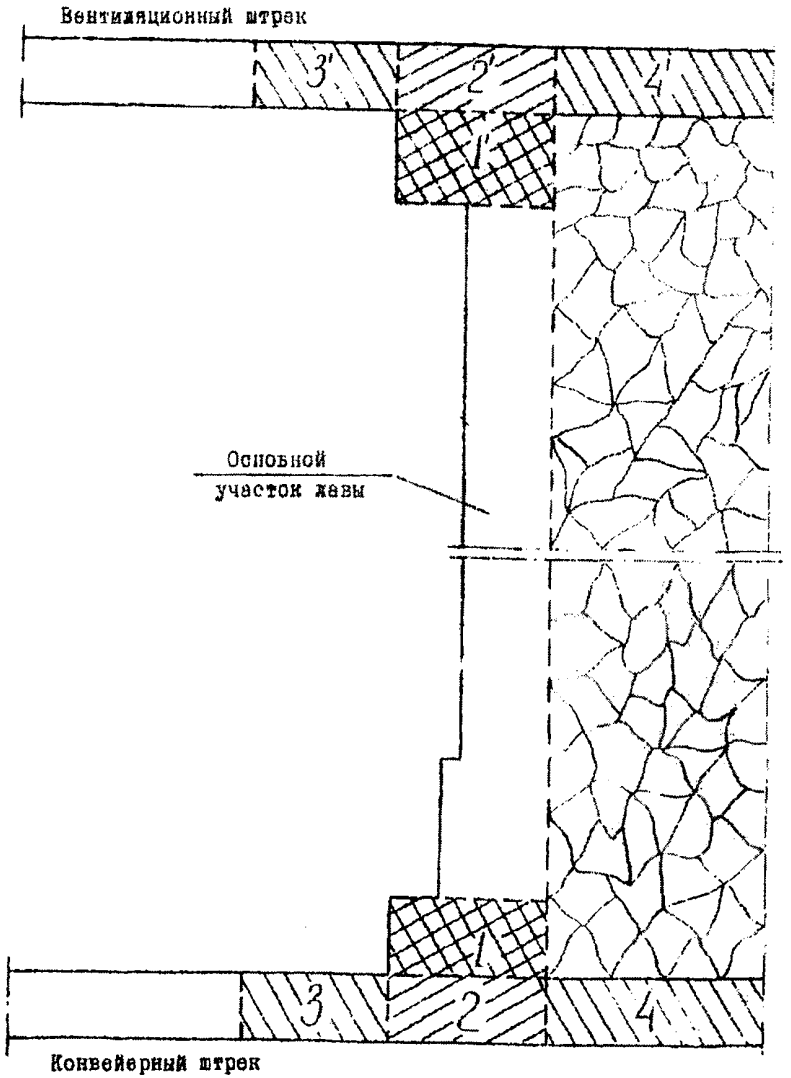


Рис. 9.I. Схема разделения концевых участков лавы на зоны: I и I' - ниши; 2 и 2' - сопряжения; 3 и 3' - участки выработок впереди очистного забоя; 4 и 4' - участок выработки, прилегающий к выработанному пространству

Ниже приводятся основные требования к креплю в каждой из перечисленных выше зон и даются типовые схемы их крепления (рис. 9.3; 9.4; 9.5; 9.6; 9.7; 9.8; 9.9).

9.I.4. Размеры свободного прохода для людей, необходимые зазоры в прилегающих к лаве выработках, а также их сечения принимаются в соответствии с § 35, 36, 64 и 77 ПБ [I].

Примеры составления общих паспортов приведены на рис. 9.IO и 9.II.

9.I.5. В настоящем Руководстве приводятся типовые схемы крепления отдельных зон и концевого участка в целом для шахт объединения "Воркутауголь". Для шахт объединения "Интауголь" рекомендуются к использованию схемы крепления концевых участков, приведенные в "Альбоме схем крепления сопряжений очистных забоев с прилегающими выработками для шахт объединения "Интауголь" [I3], который разработан по предложенному ПечорНИИпроектом методическому приему разделения концевого участка на зоны и утвержден техническим директором 29.05.78 г.

9.2. Выбор средств и схем крепления ниш.

9.2.I. Зоны ниш по длине лавы ограничиваются уступом ниши и бортом прилегающей выработки, а в направлении подвигания лавы - забоем ниши и линией установки специальной крепи. Ниши характеризуются большой площадью обнажения, связанной с частичным или полным размещением в них приводных или натяжных станций забойного конвейера, значительными величинами межстоечного пространства и необходимостью перестановки крепи при передвижке конвейера.

9.2.2. Размеры ниш по длине лавы определяются сечением прилегающей выработки, линейными размерами приводных и натяжных станций забойного конвейера и их размещением, длиной комбайна и его типом, принятой технологией выемки.

9.2.3. Размеры ниш в направлении подвигания обуславливаются величиной захвата выемочного органа комбайна, схемой его работы и углом падения пласта.

9.2.4. Средства и схемы крепления ниш выбираются в зависимости от состояния боковых пород и допустимых площадей обнажения на момент перестановки крепи.

9.2.5. При отсутствии ниши крепление участка, прилегающего к выработке, должно осуществляться средствами и по схемам, применяемым в лаве.

9.2.6. При наличии ниш в очистных забоях с механизированными комплексами плотность крепи в них должна быть не менее плотности призабойной крепи, рассчитанной по зависимостям (6.1) и (6.4). При этом в нише должны, как правило, устанавливаться линейные секции гидрофицированной крепи либо секции с удлиненным или выдвижным козырьком.

В забоях с индивидуальной крепью плотность крепи в нише должна быть на 20 % выше плотности крепи, определенной по выражениям (6.1) и (6.2) для каждого классов кровли по обрушаемости.

При этом крепление ниш должно осуществляться металлической инвентарной крепью (балками из профиля ШС или отожженного рельса Р-24 и стойками со спецнасадками; рис. 9.2). Допускается при неустойчивой кровле и сложной ее гипсометрии в зонах со сложными условиями (влияние стационарного опорного давления ранее отработанных очистных забоев, влияние целиков) применение деревянных верняков (необрезного бруса, пластины).

В забоях, оборудованных разборными конвейерами (типа С-53), для обеспечения безопасности работ по передвижке приводов под деревянные верняки дополнительно устанавливается балка из профиля СВП-27, обеспечивающая поддержание необходимого пролета на момент передвижки.

9.2.7. Длина верняка (балки инвентарной крепи, бруса) выбирается исходя из необходимости безконсольного поддержания кровли в месте передвижки приводов. Для увеличения плотности крепи и соблюдения размеров свободных проходов рекомендуется установка спаренных рам или стоек инвентарной крепи.

9.2.8. При применении шарнирных или рессорных верняков их длину следует принимать равной или кратной шагу передвижки конвейера.

9.2.9. Допускается применение, в зависимости от условий, в одной нише двух схем крепления: например, спаренных инвентерных рам из профиля ШС и стоек со спецголовками над приводом конвейера и одинарных рам в остальной части ниши (схема I-7, рис. 9.4). При этом плотность установки на каждом участке должна выбираться с учетом класса кровли по обрушаемости и требований п. 9.2.6.

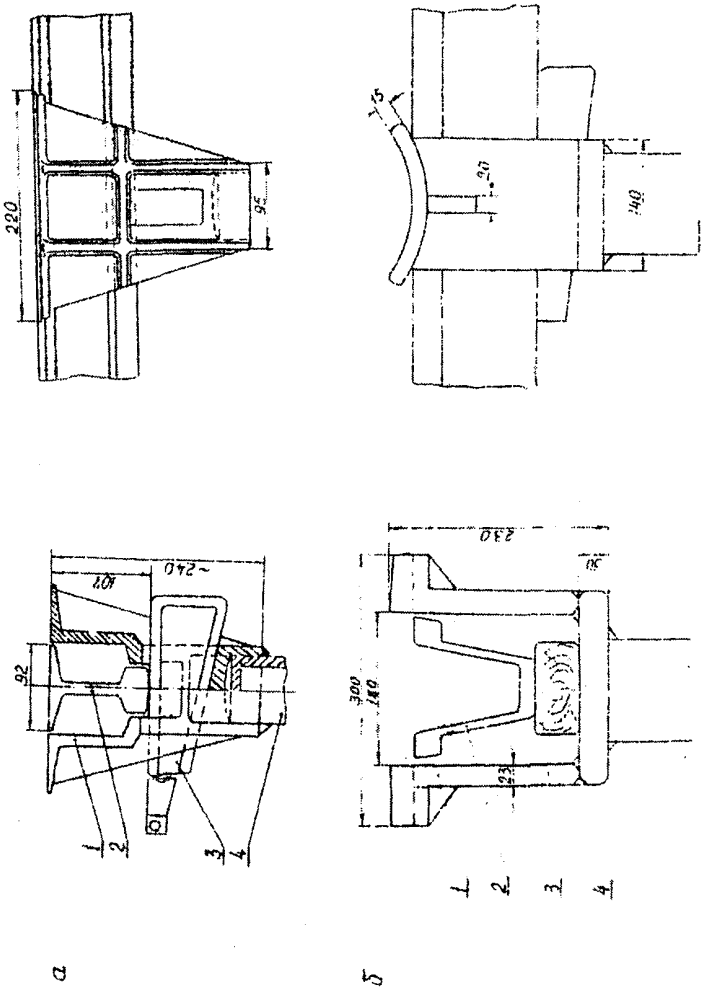


Рис. 9.2. Конструкции спецнасадок:
а– литая спецнасадка под рельс Р-24 с металлическим поперечным клином; б– сварная спецнасадка под профиль СВП-27 с деревянным продольным клином; 1– корпус спецнасадки; 2– верняк (рельс Р-24 или спецпрофиль СВП-27); 3– клин; 4– выдвижная часть стойки

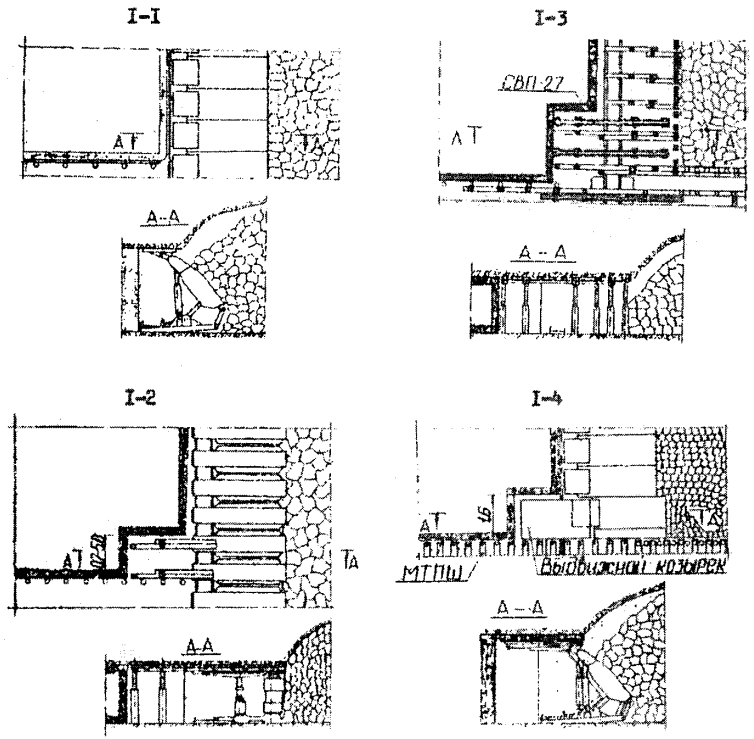


Рис. 9.3. Типовые схемы крепления ниш у конвейерной выработки при ее погашении

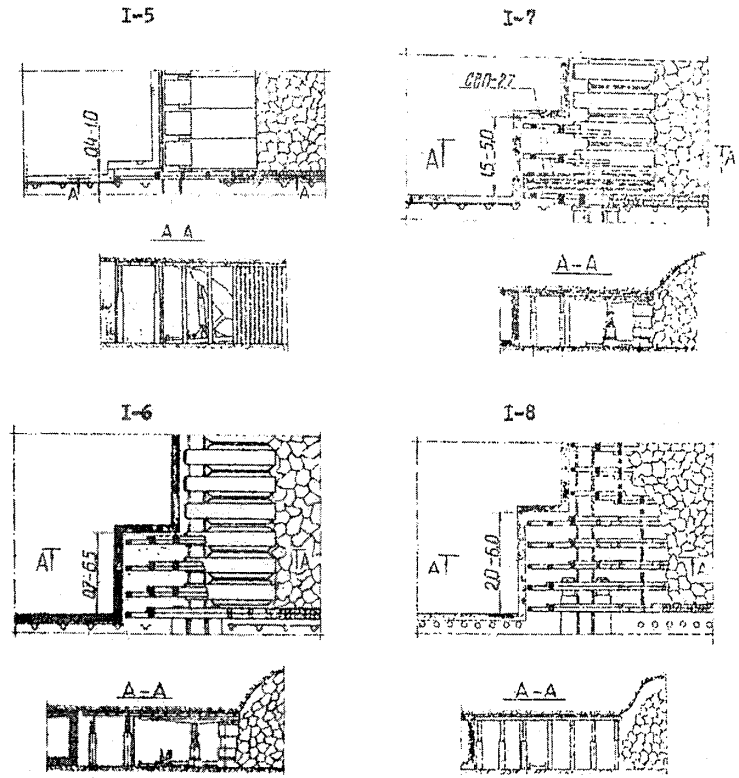


Рис. 9.4. Типовые схемы крепления ниш у конвейерной выработки при ее поддержании

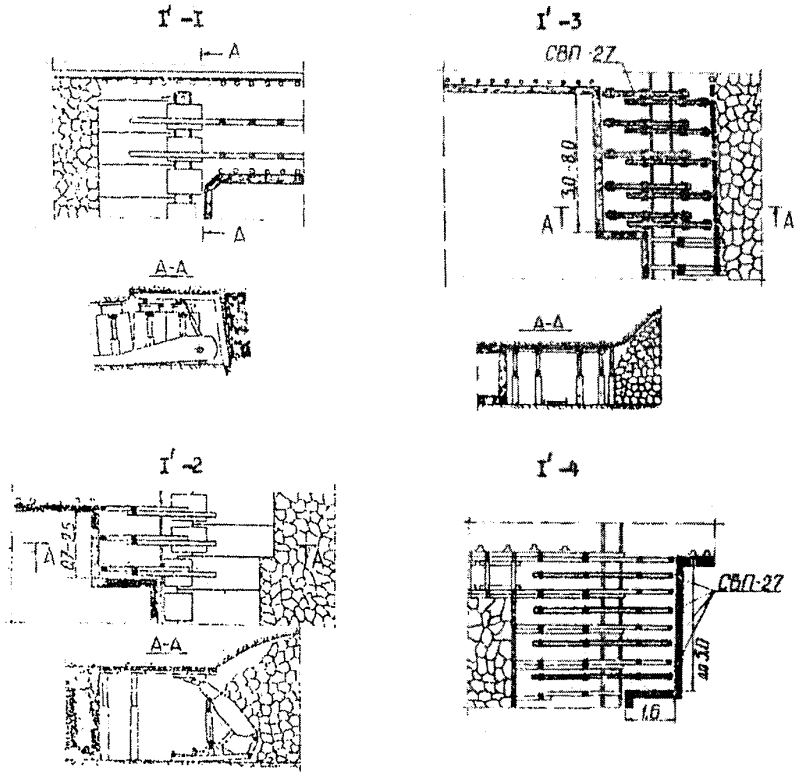


Рис. 9.5. Типовые схемы крепления ниш у вентиляционной (рельсовой) выработки

9.2.10. Типовые схемы крепления ниш, прилегающих к конвейерной и вентиляционной (рельсовой) выработкам, приведены на рис. 9.3, 9.4 и 9.5.

В схемах I-I – I-8 приводятся конструктивные решения по креплению ниш у конвейерного штрека, в схемах I'-I – I'-4 – у рельсовой выработки.

При погашении конвейерной выработки вслед за лавой наиболее рациональной является схема I-I, в которой за счет полного выноса приводной станции ниша отсутствует. В схеме I-2 при применении механизированных комплексов типа КМ-87, КМК-97 и "Донбасс" крепление ниши осуществляется спаренными рамами из верхняков и индивидуальных металлических стоек. При этом консоли верхняков подхватываются при передвижке козырьками линейных секций крепи. В схеме I-4 крепление ниши (при полном выносе привода конвейера в выработку) осуществляется выдвижным козырьком секции СВК конструкции ПечорНИИпроекта. В схеме I-3 дается вариант крепления ниши в лаве с индивидуальной крепью с применением чередующихся рам инвентарной крепи и спаренных рядов забойной крепи из верхняков (бруса, пластины) и индивидуальных металлических стоек.

При поддержании конвейерной выработки (схемы I-5 – I-8) наиболее рациональной является схема I-5, предполагающая разделку ниши на величину установки спаренных рядов крепи по бровке ниши, под которые в последующем пробивается органная крепь для поддержания и ограждения выработки. Такой спаренный ряд по бровке устанавливается и в других схемах (I-6, I-7 и I-8). Остальная же часть ниши крепится по тем же схемам, что и при погашении выработки. Отличием схемы I-8 является то, что она рекомендуется для сложных условий (слабые породы кровли, сложная гипсометрия кровли и т. д.), где инвентарные крепи не применимы. Над приводом лавного конвейера устанавливаются спаренные ряды крепи из бруса и индивидуальных стоек, обеспечивающие бесконсольное поддержание кровли в зоне передвижки.

Для крепления ниш у вентиляционного штрека основным следует считать направление вывода линейных секций крепи на штрек, при этом необходимость в верхней нише отпадает (схема I^{I}-I) или сводится к минимуму. Крепление ниши осуществляется по схеме I^{I}-2 с подхватыванием консолей верхняков козырьками секций. Для лав с индивидуальной крепью наиболее безопасные условия создаются при применении инвентарных крепей. При этом могут применяться две схемы:

установка спаренных рам инвентарной крепи и их передвижка в шахматном порядке (схема I^{I}-3) и чередующаяся установка одинарных балок инвентарной крепи и рам из бруса с установкой дополнительного ряда (схема I^{I}-4).

9.3. Выбор схем крепления сопряжений и определение несущей способности крепи.

Зоны сопряжений (2, 2^{I}, рис. 9.I) ограничиваются площадью конвейерной или рельсовой выработок между забоем ниши и линией установки специальной крепи в лаве. Кроме этого, длина сопряжения зависит от величины окна лавы и количества удаляемых стоек крепи для вывода привода конвейера. Количество снимаемых ножек не должно превышать 50 % рам, поддерживаемых крепью сопряжения.

9.3.I. В качестве крепи сопряжения в лавах с механизированными крепями должны преимущественно применяться гидрофицированные крепи сопряжений (типа Т-6К, ОКС, ОКСА, КСА и др.), выполняющие функции поддержания крепи выработки на момент передвижки забойного оборудования.

Выбор типа крепи и ее параметров должен производиться в соответствии с технической документацией и инструктивными материалами по их применению. В качестве крепи сопряжения могут применяться секции механизированной крепи с удлиненным козырьком при обязательном усилении крепи выработки впереди крепи сопряжения.

9.3.2. В сложных горно-геологических условиях (наличие угольной пачки над кровлей выработки, сложная гипсометрия пласта) и в условиях, не соответствующих технической характеристике механизированной крепи сопряжения, крепление сопряжения может осуществляться спаренными рамами (прогонами), состоящими из балок спецпрофиля СВП-27 или деревянных верхняков и индивидуальных металлических (или деревянных) стоек. При применении инвентарных крепей металлические стойки должны оборудоваться спецнаседками. Длина балок (прогонов) выбирается с учетом удвоенного расстояния участка, на котором удаляются стойки крепи выработки.

9.3.3. В выработках трапециевидной формы допускается смещение одной из рам крепи (прогонов) к центру выработки. При арочной крепи спаренные рамы должны быть установлены по оси выработки (схемы 2-4, рис. 9.6 и 2^{I}-4, рис. 9.7).

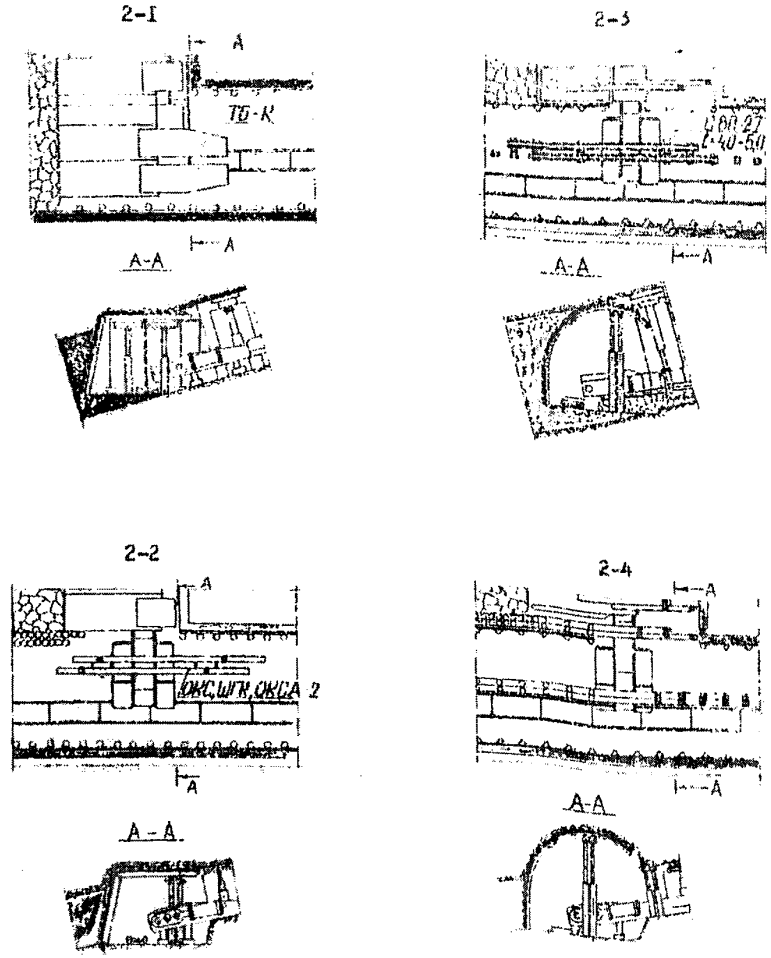


Рис. 9.6. Типовые схемы крепления сопряжений у конвейерной выработки

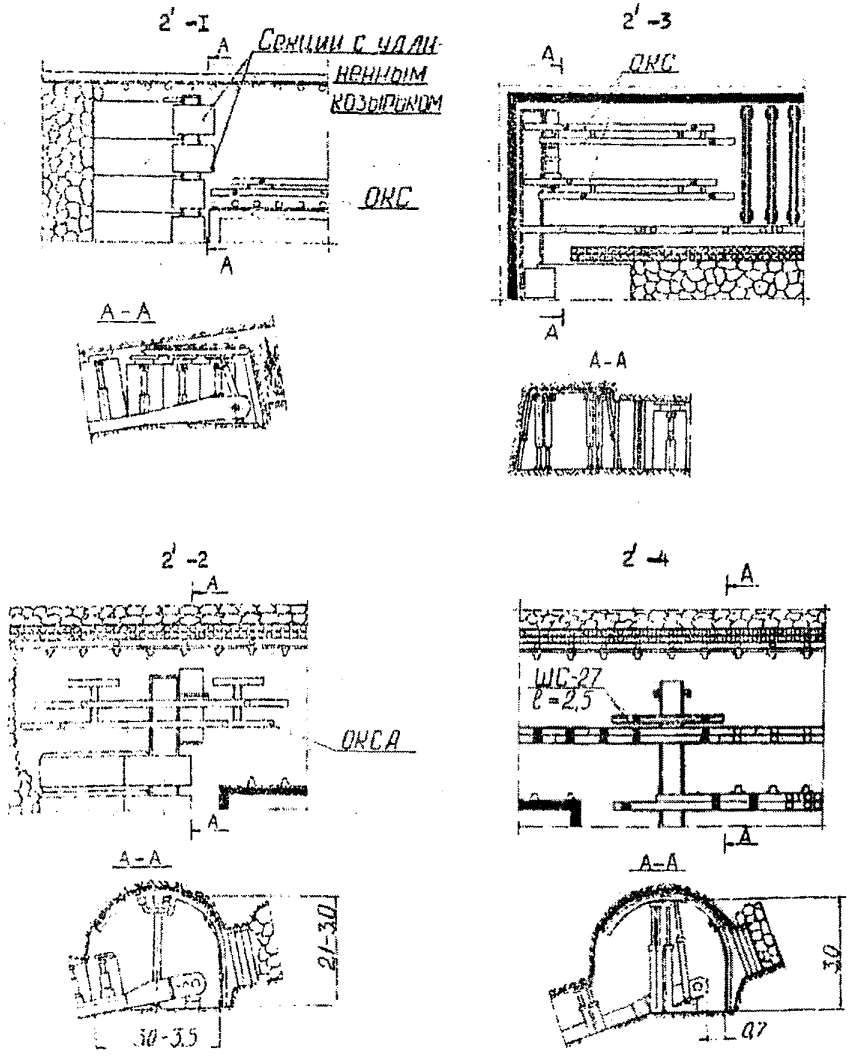


Рис. 9.7. Типовые схемы крепления сопряжений у вентиляционной (рельсовой) выработки

9.3.4. Для удержания нависающего массива пород над бровкой в окне лавы может применяться анкерная крепь.

9.3.5. Расчет несущей способности крепи сопряжения в зависимости от способа охраны и поддержания выработки производится по методике, приведенной в приложении 8.

9.3.6. Типовые схемы крепления сопряжений (зоны 2, 2^{I}) приведены на рис. 9.6 и 9.7. При погашении выработок трапециевидной формы наиболее эффективными средствами крепления сопряжений являются крепи Т-6К на конвейерном штреке (схема 2-I, рис. 9.6) и секции крепи с удлиненным козырьком на вентиляционном штреке (схема 2^{I}-I, рис. 9.7). В последней схеме обязательно применение усиливающей крепи (ОКС, прогонов). Для погашаемых вентиляционных выработок с арочной крепью рекомендуется применять гидрофицированные крепи типа ОКСА, КСА (схема 2^{I}-2, рис. 9.7) или спаренные ряды прогонов с установкой дополнительной рамы инвентарной крепи из балки СВП-27 и стоек со спецнасадками (схема 2^{I}-4, рис. 9.7).

Для выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством, преимущественно должны применяться гидрофицированные крепи сопряжений: при трапециевидной форме сечения - типа ОКС, при сводчатой - ОКСА, КСА (схема 2-2, рис. 9.6). Возможно в этих условиях применение спаренных рам инвентарной крепи из балок СВП-27 и металлических стоек со спецголовками (схема 2-3, рис. 9.6) или спаренных рядов прогонов, устанавливаемых по оси выработки (схема 2-4, рис. 9.6).

При формировании выработки вслед за очистным забоем в качестве крепи сопряжения возможно применение двух крепей типа ОКС (схема 2^{I}-3, рис. 9.7).

9.4. Выбор средств и схем установки усиливающей крепи впереди очистного забоя.

9.4.I. Выбор средств и схем крепления участков выработок, находящихся впереди очистного забоя, определяется в первую очередь способом подготовки выемочного участка. Для выработок, пройденных в массиве угля, зону вредного влияния опорного давления впереди лавы можно оценить по формуле

$$З_{ор} = 0{,}05\ H,\ м,$$

где H - глубина ведения работ, м.

Однако, на основе инструментальных наблюдений установлено, что максимальное приращение скоростей смещения боковых пород наблюдается в 3–5 м впереди очистного забоя. Поэтому необходимая длина участка, на котором требуется опережающая установка усиливающей крепи, должна быть не менее 5 м.

Для выработок, пройденных на границе "массив – выработанное пространство" и находящихся в зоне стационарного опорного давления вышележащей (смежной) лавы, вследствие наложения зоны опорного давления отрабатываемой лавы усиление крепи должно производиться на участке не менее I5 м.

9.4.2. В качестве средств крепления на участке усиления могут применяться: гидрофицированные крепи сопряжений (типа ОКС, ОКСА; схема 3.I, рис. 9.8), рамы инвентарной крепи (балки из профиля СВП-27 и индивидуальные металлические стойки со спецнасадками; схемы 3-2, 3-3 и 3-4, рис. 9.8), одинарный или спаренный ряд прогонов из деревянного верняка и металлических или деревянных стоек (схема 3^{I}-I, рис. 9.8), отдельные металлические стойки со спецнасадкой, устанавливаемые под каждую арку крепи (схема 3-5, рис. 9.8).

9.4.3. При применении в качестве крепи сопряжения индивидуальной крепи (инвентарных крепей и протонов) усиливающая крепь используется в качестве крепи сопряжения без перебивки с добавлением дополнительного ряда в зоне сопряжения.

9.4.4. Типовые схемы установки усиливающей крепи в примыкающих выработках впереди очистного забоя приведены на рис. 9.8.

9.5. Схемы и средства креплений участков подготовительных выработок позади очистного забоя.

9.5.I. К этой зоне ($4-4^{I}$) относятся участки выработок, примыкающие к выработанному пространству за линией установки посадочной крепи в очистном забое. Она характеризуется наиболее сложными условиями поддержания, так как находится в зоне активного обрушения пород.

9.5.2. Выбор средств и схем крепления в зоне $4-4^{I}$ производится в зависимости от принятой схемы подготовки выемочного участка и способа охраны и поддержания одиночной выработки.

Выбор способов охраны выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством, должен производиться в соответствии с

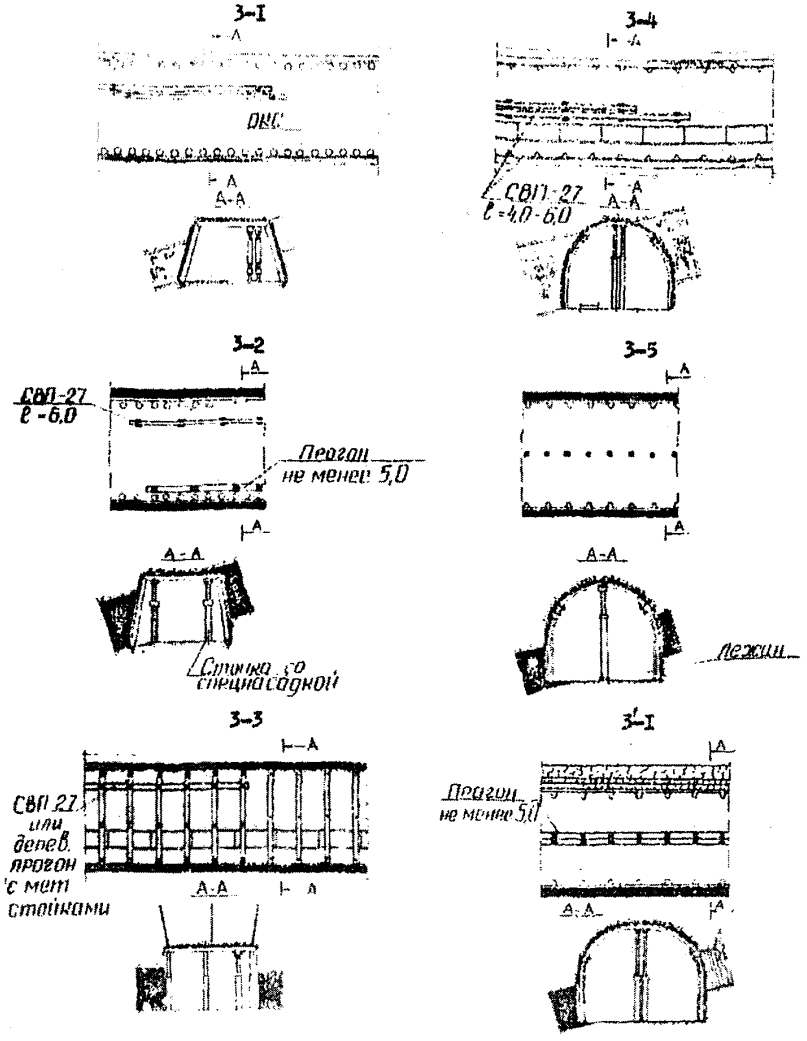


Рис. 9.8. Типовые схемы установки усиливающей крепи в подготовительных выработках впереди очистного забоя

"Временным руководством по проведению, креплению и охране одиночных выработок на шахтах комбината "Воркутауголь" [I4] , для объединения "Интауголь" – в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [I3].

9.5.3. Оценка несущей способности крепи и выбор ее плотности для выработок, находящихся на границе выработанного пространства, может быть произведена по методике, приведенной в приложении 9.

9.5.4. В качестве крепи для охраны одиночных выработок следует применять органную (одно-, двух- и трехрядную) крепь из деревянных стоек; кусты, костры или чураковую стенку в сочетании с органной крепью.

Установка ограждающей крепи производится у линии установки посадочной крепи в забое, начиная от зоны сопряжения.

При применении крепей сопряжения типа СКС, СКСА, КСА установка усиливающей крепи должна производиться сразу же после передвижки крепей сопряжения.

В качестве усиливающих крепей должны применяться крепи усиления КУ (схема 4-2, рис. 9.9), одиночные или спаренные ряды прогонов, состоящих из деревянного верняка и металлических или деревянных стоек (схема 4-3, рис. 9.9), или отдельные стойки со спецнасадками, устанавливаемые под каждую раму крепи (схема 4-I, рис. 9.9).

9.5.5. Для конвейерных выработок, погашаемых вслед за подвиганием лавы, на участках до 8 м допускается поддержание тупика для размещения натяжной станции конвейера. При этом в качестве крепи поддержания и ограждения применяется индивидуальная деревянная или металлическая крепь (схема 4-4, рис. 9.9).

При выносе линейных секций в вентиляционную выработку и расстоянии от них до стоек крепи более 0,6 м устанавливается органная крепь. Посадка производится участками не более 2 м (схемы 4^{I}-I и 4^{I}-2, рис. 9.9).

9.5.6. Типовые схемы установки ограждающей и усиливающей крепи в зоне 4–4^{I} приведены на рис. 9.9.

9.5.7. Приведенные типовые схемы не исключают возможности применения других схем в особо сложных условиях. При этом плотность установки крепи должна быть не менее рекомендованной, а в качестве средств крепления должны применяться средства, использованные при

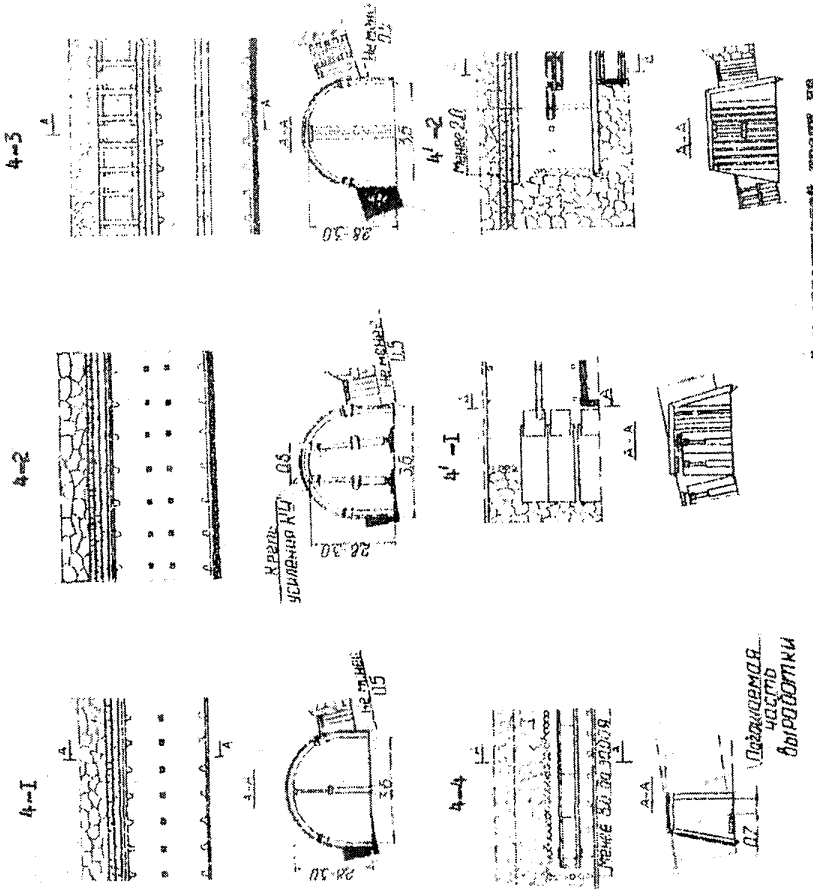


Рис. 9.9. Типовые схемы установки усиливающей и ограждающей крепи на участках выработки позади очистного забоя

разработке типовых схем крепления отдельных зон.

9.6. Примеры разработки паспорта крепления концевых участков.

9.6.I. При разработке общего паспорта крепления концевого участка определяются исходные данные для выбора конкретных схем крепления отдельных зон; характеристики применяемых средств механизации, параметры сопрягающих выработок, способы их охраны и поддержания, типы крепей выработок.

По исходным данным производится выбор соответствующих горно-геологических и горнотехнических условий типовых схем крепления отдельных зон и на их основе составляется общий паспорт.

9.6.2. Минимально необходимая длина ниш при различных средствах механизации и параметрах сопрягаемой выработки приведена в табл. I и 2 приложения I0.

9.6.3. Ниже приводятся примеры составления общего паспорта крепления концевого участка.

9.6.3.I. Пример I.

Исходные данные:
мощность пласта - 2,8 м;

применяемые средства механизации - комплекс ОКП-2, крепь Т-I3К, конвейер СУ ОКП, укороченные приводы конструкции ПечорНИИпроекта;

сечение, форма прилегающей выработки и ее ширина в свету: конвейерный штрек 8,4 $м^2$, трапециевидная, $В_{кр}$ = 3,5 м; вентиляционный штрек 7,3 $м^2$, трапециевидная, $В_{кр}$ = 2,9 м;

тип крепи и ее плотность: конвейерный штрек - деревянная, неполный дверной оклад, I,5 рамы на I м; вентиляционный штрек - деревянная, неполный дверной оклад, I,5 рамы на I м;

способ охраны и поддержания выработки - обе выработки погашаются вслед за лавой.

Для таких условий выбираются для нижнего концевого участка:

крепление ниши - по схеме I-I;
крепление сопряжения - по схеме 2-I;
крепь усиления впереди лавы - по схеме 3-I.

Для концевого участка, примыкающего к вентиляционному штреку:
крепление ниши - по схеме ^{I}-I;
крепление сопряжения - по схеме 2^{I}-I;
крепь усиления впереди забоя - по схеме 3-I.

Паспорт крепления концевого участка приведен на рис. 9.I0.

9.6.3.2. Пример 2.

Исходные данные:
мощность пласта - I,45 м;

применяемые средства механизации - комплекс КМ-87ДН, крепь М-87ДН, комбайн 2К-52М, конвейер СПМ-87ДН;

сечение, форма прилегающей выработки и ее ширина в свету: конвейерного штрека I0,4 $м^2$, сводчатая, $В_{кр}$ = 3,950 мм, вентиляционного штрека 7,3 $м^2$, сводчатая, $В_{кр}$ = 3,020 м;

тип крепи выработки и ее плотность: конвейерный штрек - арочная трехзвеньевая, I,5 рамы на I м, вентиляционный штрек - арочная трехзвеньевая, I,5 рамы на I м;

способ охраны и поддержания выработки - конвейерный штрек поддерживается в выработанном пространстве, вентиляционный штрек погашается вслед за лавой.

Для этих условий крепление концевого участка, примыкающего к конвейерному штреку, должно осуществляться по следующим схемам:

ниша - по схеме I-6 или I-7;
сопряжение - по схеме 2-2;
зона впереди очистного забоя - по схеме 3-5;
зона усиления крепи за очистным забоем - по схеме 4-2.

Для концевого участка, примыкающего к вентиляционному штреку, при составлении паспорта используются следующие схемы:

ниша - схема I^{I}-2;
сопряжение - схема 2^{I}-4;
зона выработки впереди очистного забоя - 3^{I}-I;
зона выработки позади очистного забоя - 4^{I}-2.

Паспорт крепления концевого участка приведен на рис. 9.II.

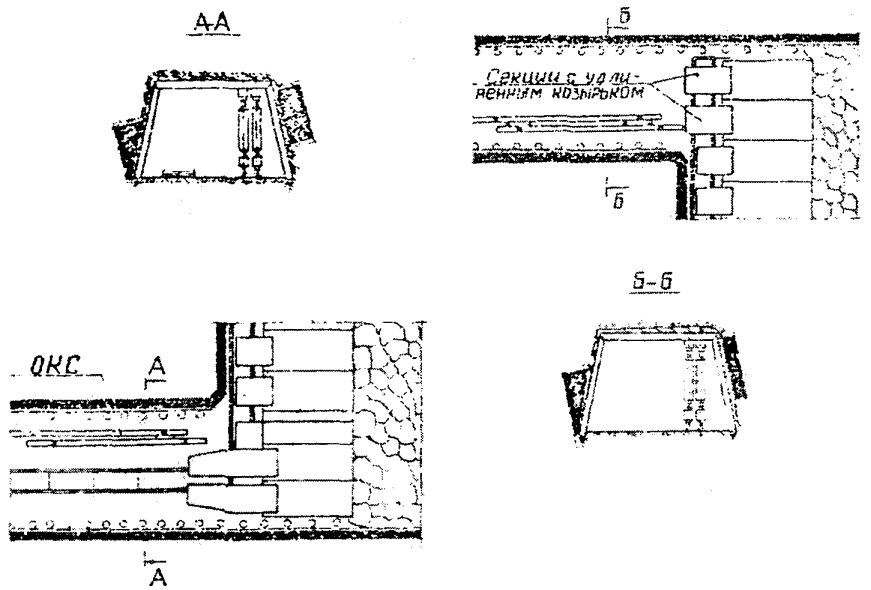


Рис. 9.10. Паспорт крепления концевых участков (пример № 1)

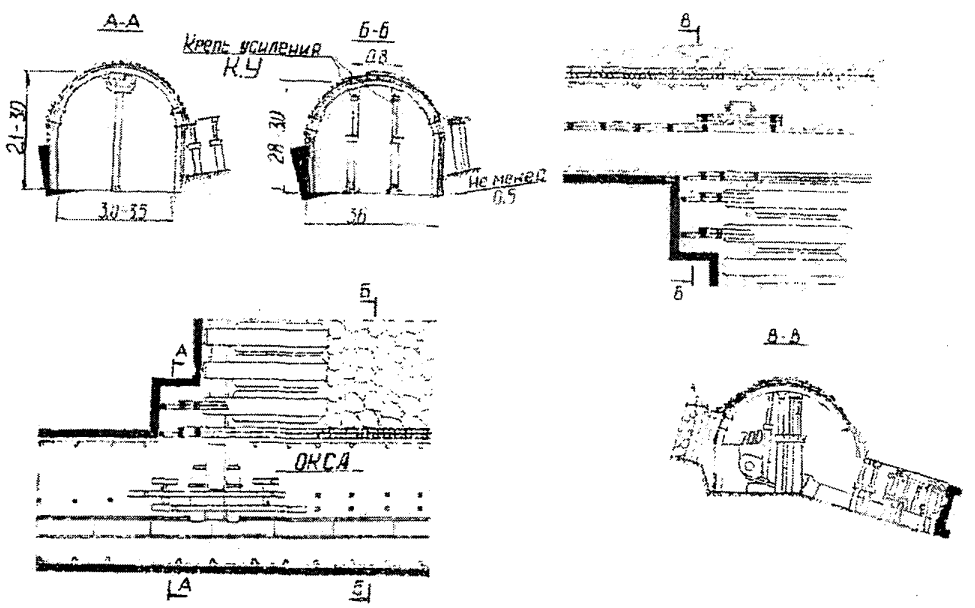


Рис. 9.11. Паспорт крепления концевых участков (пример № 2)

IO. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СХЕМ И СРЕДСТВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КРЕПИ ИЗ ПОГАШАЕМЫХ ВЫРАБОТОК

IO.I. Основные способы извлечения крепи.

Основным и наиболее распространенным способом извлечения металлической крепи при погашении выемочных выработок является способ извлечения с помощью лебедок. Широкое применение лебедок для извлечения крепи из одинарных выработоч объясняется технологической простотой этого способа, возможностью применения его в самых различных по горнотехническому состоянию выработках, надежностью в работе и безопасностью труда рабочих.

Способ извлечения металлокрепи под защитой специальных крепей сопряжений отличается более высоким техническим уровнем поддержания тупиковой части выработки. Однако, при данном способе объем извлечения металлокрепи незначителен. В применяемых схемах извлечения заложена потеря верняков. Кроме того, при угле падения пластов свыше I5° и отработке выемочных полей по простиранию во избежание прорыва породы со стороны выработанного пространства ранее отработанной лавы не извлекается вторая стойка крепи выработки.

В Руководстве на рис. IO.I; IO.2; IO.3 и IO.4 приведены типовые схемы механизированного извлечения металлокрепи из погашаемых одинарных выработок с применением лебедки и гидравлических секций крепи сопряжения. С учетом конкретных условий производства эти схемы можно использовать в качестве основы для составления рабочих паспортов извлечения металлокрепи.

IO.2. Способ извлечения металлической крепи с помощью лебедок.

IO.2.I. Применение его наиболее целесообразно при погашении одинарных выработок в период отработки второй смежной лавы в связи с тем, что тупиковая (погашаемая) часть этих выработок находится в выработанном пространстве, где крепь испытывает усиленное горное давление, пучение почвы достигает 500 мм и более, опускание пород кровли составляет 700-900 мм, высота выработки уменьшается до I,6-I,8 м, площадь поперечного сечения снижается до 4 м^2.

На шахтах Печорского бассейна способ извлечения металлокрепи с помощью лебедок может применяться при погашении одинарных выработок при отработке лав по простиранию и восстанию. При отработке лав по падению извлечение металлокрепи из погашаемых выработок возможно при угле наклона до I5°.

IO.2.2. Для извлечения металлокрепи применяются шахтные лебедки различного назначения (табл. IO.I).

Лебедки ЛПК, ЛГКН и ЛВД имеют большую канатоемкость, что позволяет располагать их на расстоянии 200 м и более от извлекаемой крепи и уменьшить трудоемкость работ по передвижке. Однако, эти лебедки применяются только в тех выработках, которые свободны от другого горно-шахтного оборудования.

При размещении энергопоезда и маслостанции в погашаемой выработке лебедка располагается только между энергопоездом и очистным забоем. На этом участке выработка испытывает усиленное горное давление; сечение ее на 30-40 % уменьшено по сравнению с первоначальным. Поэтому в данных условиях следует применять малогабаритные лебедки с небольшой канатоемкостью барабана, но с достаточным тяговым усилием для извлечения зажатых элементов арочной крепи (типа ЛВД-2I, МК-6 и им подобных).

Таблица IO.I

Шахтные лебедки, применяемые для извлечения металлокрепи и их основные технические данные

Тип лебедки	Тяговое усилие на канате, кгс	Канатоемкость барабана, м	Диаметр каната, мм	Размеры лебедки: длина, ширина, высота, мм	Вес лебедки, кг
ЛВД-I2	630	200	I2,5	770 x I000 x 700	460
ЛВД-2I	I800	250	I5,5	770 x I000 x 700	660
ЛВД-34	I250	600	I5,5	920 x I940 x 820	I660
ЛПК-I0Б	I3000-26000	2I0	20,0	2365x 808 x I090	2I00
I ЛКГН	I0000	295	25,0	2000 x 700 x 996	I800
ЛБП	630	200	I2,5	930 x 670 x 750	400
МК-6	I650	I50	I2,5	I340 x 850 x 765	682
ЛПР-3м	630	200	I2,5	950 x 650 x 730	370
ЛШГ	I800	3I0	I4,0	2I25 xI030 xI090	2000
ЛРУ-2м	4000	90	I9,5	I585 x 850 x 855	760

IO.2.3. При извлечении металлической крепи необходимо иметь следующий комплект инструментов: накидной гаечный ключ, наставку из трубы длиной 0,6-0,7 м, зубило с ручкой, лом, лопату, кувалду, кайло.

10.2.4. Безопасность работ при извлечении металлокрепи.

На погашаемую выработку составляется проект, в котором отражаются: общая характеристика выработки, тип и техническая характеристика применяемой лебедки, установка ее в выработке, порядок производства работ.

Расстояние, на котором устанавливается лебедка, определяется наличием в выработке горно-шахтного оборудования и принятым типом лебедки, но должно быть не менее 10-15 м от извлекаемых рам. Лебедка должна крепиться стоечной или анкерной крепью. Если лебедка установлена на максимальном расстоянии от места извлечения и видимость работ по извлечению затруднена, то на расстоянии 10-50 м от извлекаемых рам устанавливается сигнальное устройство, с которого на лебедку подаются определенные сигналы.

Перед началом работ по извлечению металлической крепи рабочие совместно с горным мастером производят осмотр рабочего места. Любая неисправность лебедки, каната, пусковой аппаратуры, кабельного хозяйства должна быть устранена. Работы по извлечению металлокрепи до устранения неисправностей производить запрещается.

Во время работы необходимо следить за плавным натяжением каната, чтобы он не сошел с барабана лебедки и не вышел из канавки подвесного блока.

10.2.5. Технология работ по извлечению металлической крепи с помощью лебедки (схема I, рис. 10.1).

За сутки до начала работ по извлечению металлокрепи на последних рамах смазываются машинным маслом гайки и резьба хомутов. Впереди лавы демонтируются и убираются рельсы, трубы и прочее оборудование.

Стойка арочной крепи со стороны лавы снимается вручную перед передвижкой лавного конвейера. Извлечение остальных элементов крепи производится за лавой на расстоянии 3-4 м от сопряжения. Для поддержания этого участка выработки в безопасном состоянии при извлечении металлокрепи и предотвращения прорыва породы со стороны очистного забоя возводится органная крепь из деревянных стоек. За крепью сопряжения под все верхняки арочной крепи устанавливаются ремонтины. Ремонтины возводятся до передвижки крепи сопряжения. Между извлекаемой и предпоследней аркой устанавливаются деревянные рамы. Затем производятся работы непосредственно по извлечению металлической крепи:

При неудовлетворительном состоянии крепи выработки и уменьшении ее сечения до 4 м^2 между лебедкой и блоком устанавливается щит из 4-5 стоек.

На последней раме снимаются межрамные стяжки. С хомутов накидным гаечным ключом свинчиваются гайки и снимаются планки. Если резьба хомутов забита и гайки не поддаются полному свинчиванию, тогда они свинчиваются на 4-6 оборотов и сбиваются вниз по стойке кувалдой. Затем ломиком стойка выводится из соединения с верхняком в местах нахлестки.

В условиях неустойчивой кровли и для безопасного ведения работ целесообразно извлекать одновременно стойку и верхняк. С этой целью канат лебедки должен оканчиваться двумя разновеликими концами с крюками. Канат лебедки перекидывается через переносной блок. Один конец каната присоединяется петлей к стойке, другой - к верхняку и с помощью лебедки извлекаются оба элемента.

Переносной блок крепится на верхняке целой рамы, которая находится на крепи сопряжения впереди лавы.

Извлеченные элементы крепи грузятся в вагоны или "козы" для отправки на пресс, где крепь сортируется на годную для повторного использования без ремонта и деформированную. Деформированные элементы, в свою очередь, сортируются на пригодные к правке на прессе и на отходы, отправляемые в металлолом.

10.3. Способ извлечения металлокрепи с помощью крепи сопряжения.

Существующие механизированные крепи сопряжений разработаны без учета возможности извлечения металлической крепи из погашаемых выработок. Целям механизации извлечения крепи соответствуют крепи сопряжений типа Т-6К, М8193 и КС-1А. Условия применения данного способа определяются состоянием погашаемой выработки, особенно высотой и свободным сечением ее на сопряжении со второй смежной лавой. В табл. 10.2 приведена техническая характеристика крепей сопряжений, соответствующих условиям шахт Печорского бассейна.

На рис. 10.2 и 10.3 даны типовые схемы извлечения металлокрепи с крепью Т-6К, на рис. 10.4 - с крепью М8193.

Извлечение элементов арочной крепи производится под защитой крепи сопряжения. На последней полной арке, подхваченной козырьками гидравлических секций, снимаются межрамные стяжки. Извлекается стойка со стороны лавы. Вторая стойка остается на месте до про-

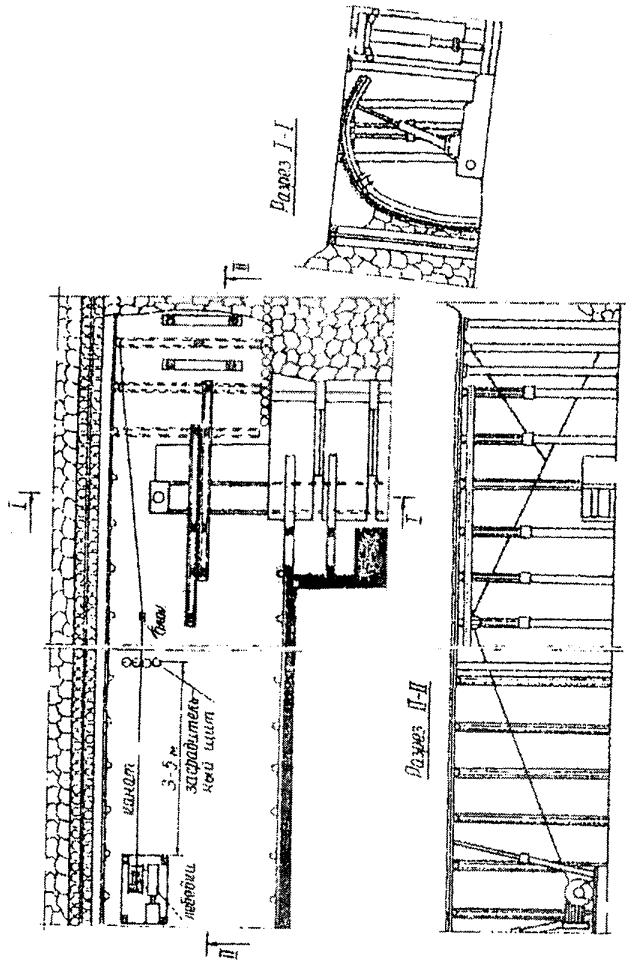


Рис. IO.I. Схема навешения металлической сборной крепи с применением лебедки и установкой промежуточных рам

хода лавы с целью обеспечения ограждения со стороны выработанного пространства отработанной первой лавы. При отработке выемочных полей по падению или восстанию и угле наклона пластов до I5° эта стойка может извлекаться. Верхняк, как правило, остается в завале.

Таблица IO.2

Техническая характеристика крепей сопряжения

Горнотехнические условия	Един. измер.	Крепи сопряжения		
		М8I33	КСIА	Т-6К
Высота выработки	м	2-3,2	2-2,5	I,8-2,5
Число стоек секции	шт.	2	4	2
Число секций	шт.	2	3	2
Рабочее сопротивление стойки	тс	64	50	60
Рабочее сопротивление секции	тс	I28	I00	I20
Комплекс, с которым работает крепь сопряжения		КМ-8I	КМ-87	ОМКТ, ОКП, 2МКЭ

Блок для каната крепится на третьей или четвертой полной раме (арке), под нее устанавливается ремонтина. Порядок установки лебедки и работы на ней аналогичны описанным в разделе IO.2.

Отвинчивание гаек, снятие планок, хомутов, межрамных стяжек должно производиться под защитой крепи сопряжения. Присоединение каната к стойке должно производиться до вывода ее из соединения с верхняком.

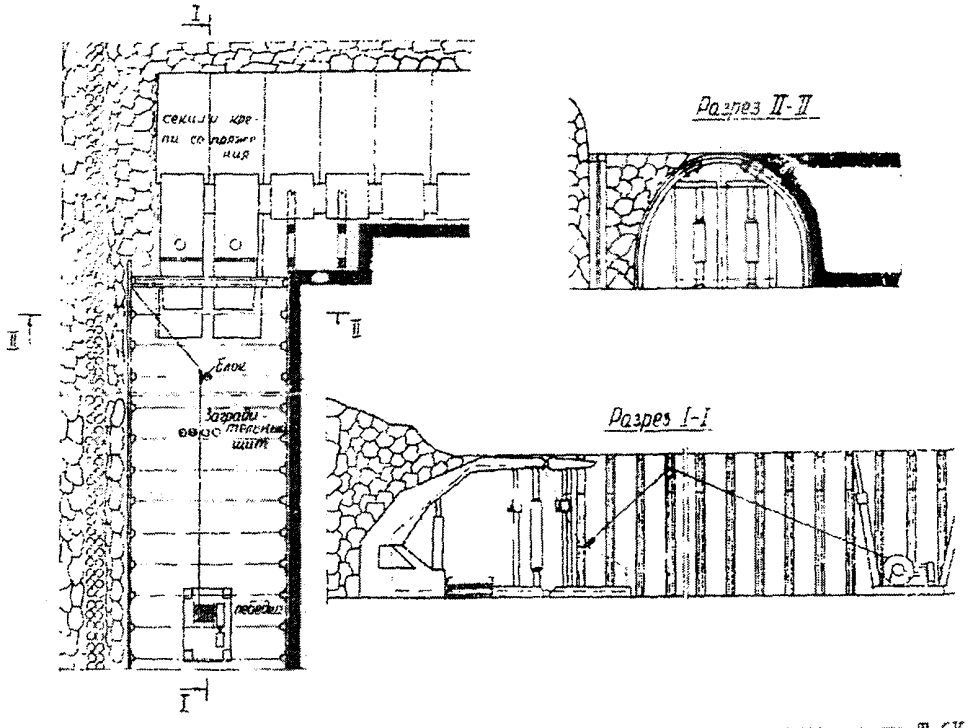


Рис. IO.2. Схема извлечения элементов арочной крепи с применением крепи Т-6К и лебедки

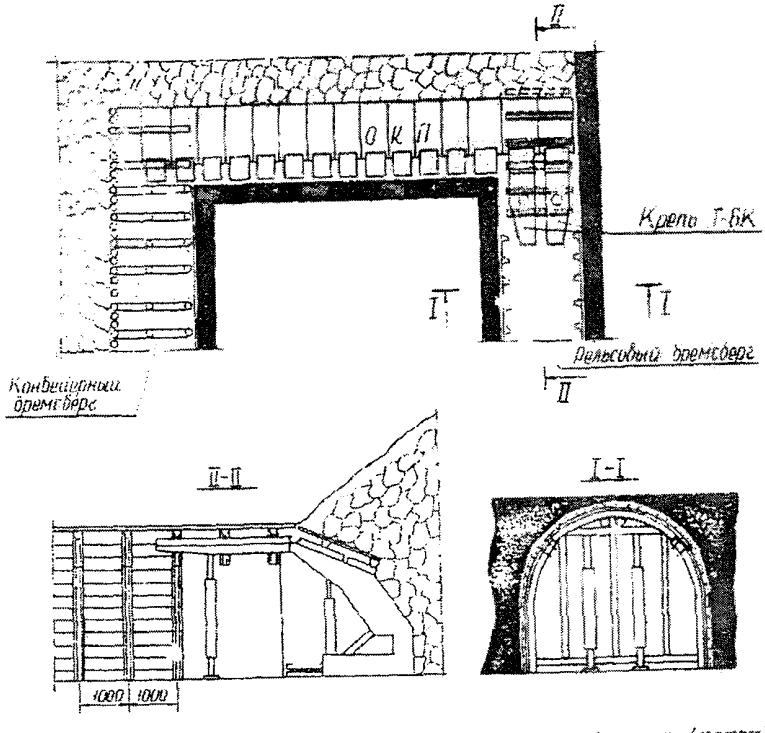


Рис. IO.3. Схема извлечения элементов арочной крепи (ножек) с применением крепи Т-6К

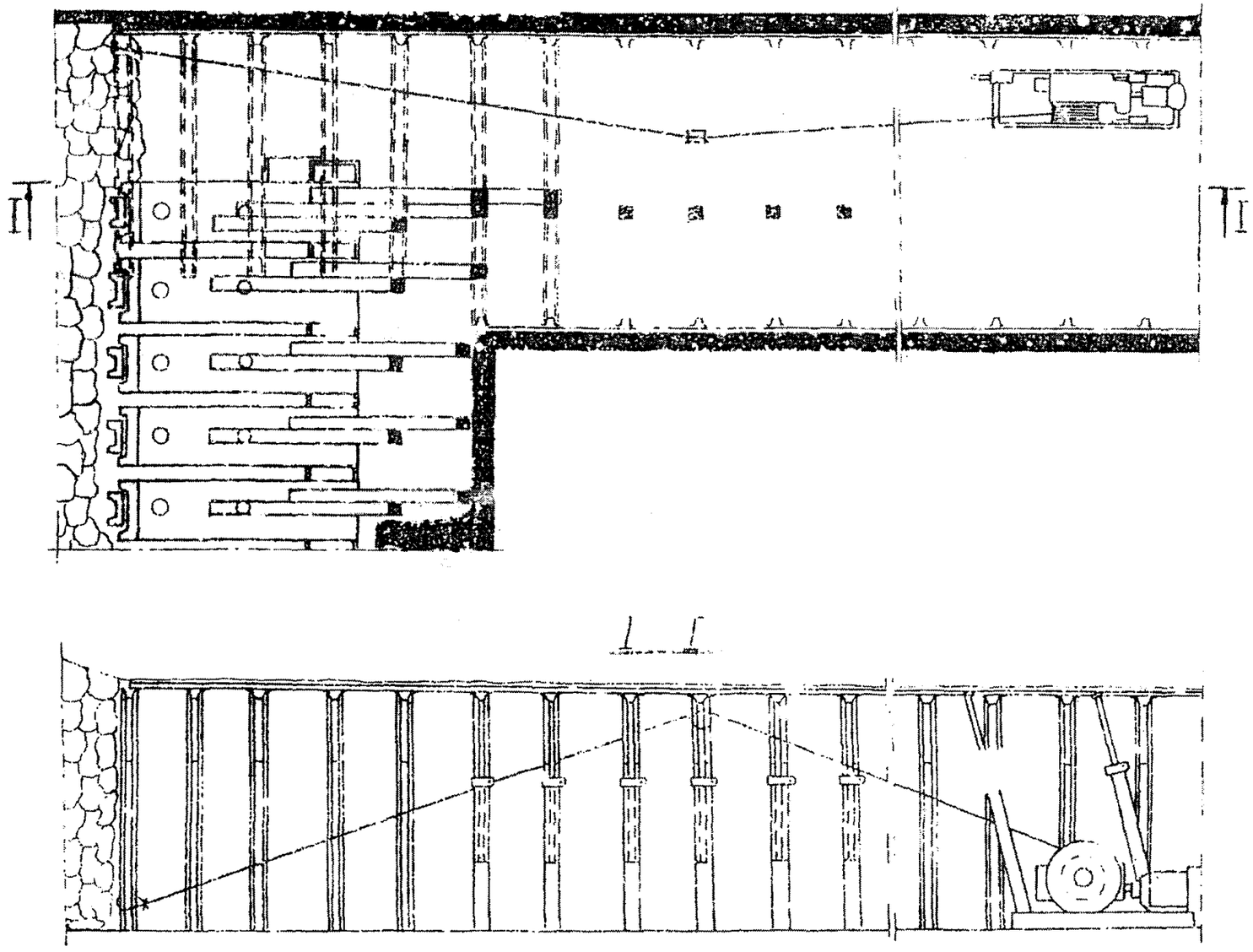


Рис. IO.4. Схема извлечения элементов арочной крепи при выводе линейных секций крепи М-81Э в выработку и применением лебедки

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАЩИТНЫХ УГОЛЬНЫХ ПАЧЕК И УСТОЙЧИВЫЕ ПЛОЩАДИ ОБНАЖЕНИЯ КРОВЛИ В БЕССТОЕЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЛАВ ОСНОВНЫХ ШАХТОПЛАСТОВ ИНТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Результаты определения прочностных показателей угольных пачек, площадей обнажения и несущей способности почвы приведены в табл. П. I.I и на рис. П.I.I.

В рассматриваемых условиях величины защитных пачек равны 0,I-0,2 м, реже 0,3 м. Уголь защитных пачек является довольно прочным, сопротивление его сжатию находится в пределах II2-I50, а сопротивление растяжению - 8-I3 кгс/см^2.

Устойчивые величины пролетов кровли в бесстоечном пространстве при указанных характеристиках защитных пачек изменяются от I,3 до I,9 м, а устойчивые площади незакрепленного пространства - от I2 до 24 м^2.

По устойчивым пролетам бесстоечного пространства и площадям обнажения кровли в большинстве очистных забоев кровли по классификации ПечорНИИпроекта являются ниже средней устойчивости.

Несущая способность почвы угольных пластов изменяется в широких пределах - от 80 до 250 кгс/см^2 и выше. Если в почве залегают аргиллиты или слабые алевролиты, прочность которых резко снижается при увлажнении, несущая способность верхних слоев почвы на отдельных участках достигает I5-20 кгс/см^2. В табл. П.I.I и на рис. П.I.I в числителе приведены средние значения несущей способности почвы, в знаменателе даны минимальные значения, полученные на отдельных участках лавы.

Таблица П.I.I

Величина и несущая способность угольных пачек, допустимые площади обнажения по шахтопластам объединения "Интауголь"

Шахта	Пласт	Мощность пласта, м	Величина защитной пачки, м	Предел прочности пачки, кгс/м^2: $\sigma_{сж}$	$\sigma_{р}$	Несущая способность, кгс/см^2: пачки	почвы	Площадь обнажения, м^2	Класс устойчивости кровли
"Пионер"	II	2,66	0,I3	I30	II	40	II5/8[illegible]	I5	Ниже средней устойчивости
"Западная"	II	2,90	0,I0	I30	II	40	85/30	I4	То же
"Восточная"	II	2,85	0,30	I30	II	40	I20/60	24	Средней устойчивости
"Западная"	I0	2,56	0,I0	I37	I2	43	80/-	I2	Ниже средней устойчивости
"Восточная"	I0	2,57	0,II	I24	I0	36	60/50	I4	То же
"Интинская"	I0	2,50	0,20	II2	9	32	-/I50	I8	-"-
"Капитальная"	I0	2,30	0,I0	I44	I3	43	-/40	I5	-"-
"Пионер"	8	I,62	0,I2	I30	II	40	I00/60	I6	-"-
"Западная"	5	I,65	0,I0	II2	9	32	200/I30	I3	-"-
"Глубокая"	5	I,75	0,I0	I24	I0	36	I00/6C	I5	-"-
"Западная"	4	I,65	0,I5	II2	8	32	I50/80	I5	-"-
"Западная"	3	I,56	0,I6	I5I	I0	50	40/I5	I8	-"-

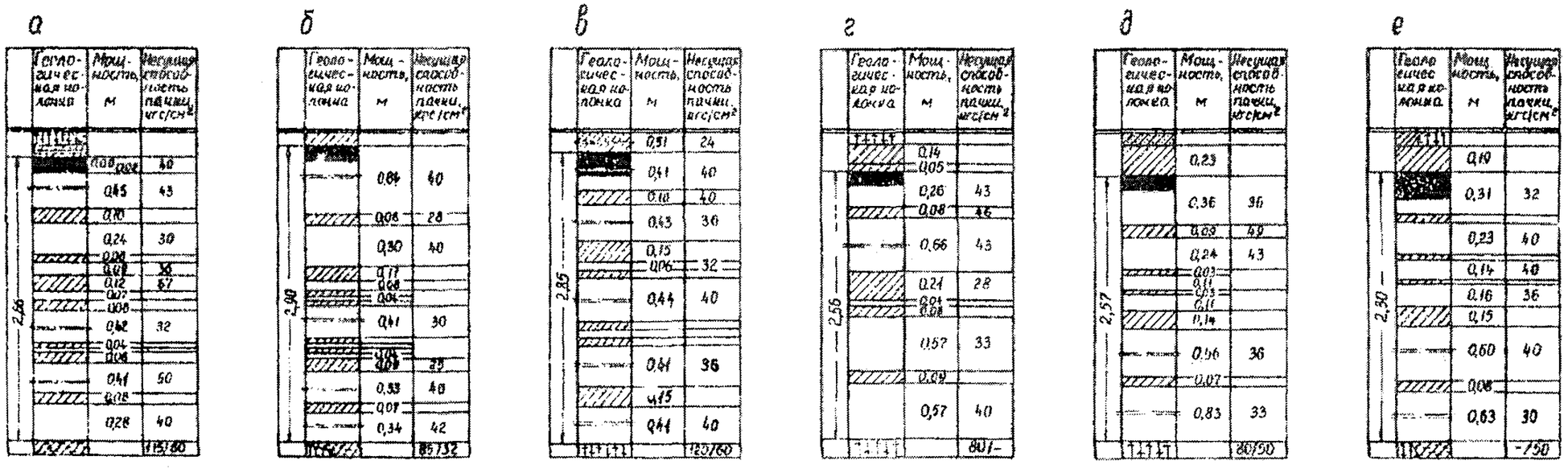


Рис. П.I.I. Структурные колонки и результаты определения несущей способности пачек пластов Интинского месторождения:
а– пласт II, м. "Пионер"; б– пласт II, м. "Западная"; в– пласт II, м. "Восточная"; г– пласт I0, м. "Западная"; д– пласт I0, м. Восточная"; е– пласт I0, м. "Интинская"; ж– пласт I0, м. "Капитальная"; з– пласт 8, м. "Пионер"; и– пласт 5, м. "Западная"; к– пласт 5, м. "Глубокая"; л– пласт 4, м. "Западная"; м– пласт 3, м. "Западная"

Приложение 2

ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ТРУДНООБРУШАЕМЫМИ КРОВЛЯМИ, ПОДЛЕЖАЩИМИ РАЗУПРОЧНЕНИЮ

2.1. В Печорском бассейне труднообрушаемые породы представлены, в основном, песчаниками с прочностью при сжатии 650-1400, реже алевролитами с прочностью при сжатии 600-800 кгс/см^2, отношение суммарной пачки легкообрушающихся слоев к вынимаемой мощности угольного пласта составляет 0+3. Перечень пластов с труднообрушаемой кровлей в Печорском бассейне по "Каталогу угольных пластов с труднообрушаемыми кровлями в угольных бассейнах СССР" приведен в табл. П.2.1.

2.2. При отсутствии детальных данных о литологическом, структурном строении, прочностных свойствах пород и количественных характеристиках проявлений горного давления для предварительного выявления участков с труднообрушаемыми кровлями, на которых необходимо проводить работы по разупрочнению или применять комплексы с повышенной несущей способностью в соответствии с "Временной инструкцией по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках" [10], рекомендуется использовать перечисленные ниже признаки.

2.3. Признаками трудной обрушаемости являются: зависание труднообрушаемых слоев за крепью, значительный шаг первичного (25-120 м) и вторичного (10-100 м) обрушения, большие размеры элементов, на которые разрушаются слои пород (наименьший линейный размер не менее 1,5-2,0 м), преобладание форм элементов в виде неправильных призм и параллелипипедов с неплоскими и неровными гранями, проявление сильных звуковых эффектов и воздушных ударов.

2.4. Горнотехнологическими признаками труднообрушаемых кровель, которые подлежат разупрочнению, являются воздушные удары, групповое зажатие и опрокидывание секций, разрушение элементов механизированных крепей, частичные и полные завалы лав при первичных и вторичных обрушениях, а также управление кровлей с помощью целиков-ножей и усиленных паспортов крепления в лавах до применения механизированных крепей.

2.5. Основным количественным геологическим признаком угольных пластов с труднообрушаемой кровлей является отношение суммарной мощности пачки легкообрушающихся слоев $h_{лк}$ к вынимаемой мощности угольного пласта m. При $\frac{h_{лк}}{m} < 3{,}5$ кровля пласта относится к труднообрушаемой. Обрушаемость нижней пачки зависит от прочности и слоистости, которые могут с достаточной точностью установлены по ее литологическому строению. Прочность слоя литологической разности определяется по номограмме (рис. П.2.1), построенной применительно к условиям Воркутского месторождения, затем по табл. П.2.2 находится соответствующая величина слоистости, которая равна толщине обрушающихся блоков.

Таблица П.2.2

Величина слоистости пород в зависимости от их прочностных свойств

Прочность пород на разрыв, $\sigma_р$, кгс/см^2	20 + 40	40 + 60	80 + 100	120 + 140
Слоистость аргиллитов, м	0,2-0,4	0,5-0,7	-	-
Слоистость алевролитов, песчаников, м	-	0,5-0,8	1,1-1,5	1,8-2,1
Слоистость песчаников в зонах размыва, м	-	0,9-1,5	2,1-2,6	3,1-3,5

2.6. Выявление выемочных участков, на которых необходимо проводить работы по разупрочнению труднообрушаемой кровли, производится комиссией в составе представителей производственного объединения, ВНИМИ или бассейнового института ежегодно до утверждения шахтами годового плана или безотлагательно в случае неожиданного проявления тяжелых обрушений кровли.

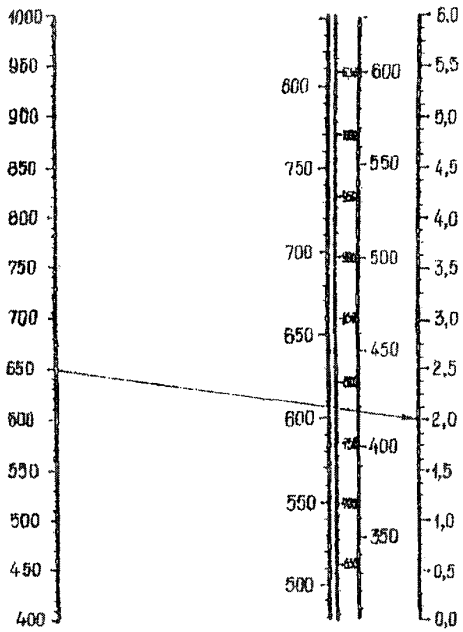
Таблица I.2.I

Перечень шахтопластов и участков с труднообрушаемыми кровлями
по Печорскому бассейну

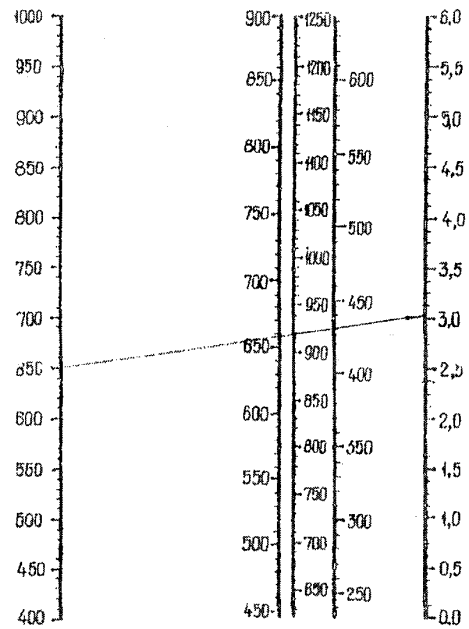
Пласт, шахта	Средняя мощность пласта, м	Непосредственная кровля				Основная кровля				Шаг обрушения, первичный / вторичный
		Состав	$\frac{h_{н.к}}{m}$	$\sigma_{сж}$, кгс/см^2	$\sigma_{р}$, кгс/см^2	Состав	Мощность, м	$\sigma_{сж}$, кгс/см^2	$\sigma_{р}$, кгс/см^2	
$П_{II}$, "Юнь-Яга"	I,90	Аргиллит	0 -3,0	-	-	Песчаник	I9-26	-	-	30-90 / 8-25
$О_4$, "Южная"	I,25	Алевролит, аргиллит	I,0-4,0	-	-	Песчаник	5-I5	-	-	60-I30 / I5-45
Верхний, "Заполярная"*	I,80	Алевролит	0,5	-	-	Песчаник	3I	-	-	50-70 / I5-20
Мощный, "Центральная"*, "Промышленная"*, "Комсомольская"*	2,48	Аргиллит, алевролит	0 -3,0	445	4I	Песчаник	I5-34	900	80	40-96 / I2-30
Тройной, "Заполярная"*, "Комсомольская"*	2,5I	Алевролит	0,5-3,0	-	-	Песчаник	I0-I5	-	-	50-II0 / I5-30
Четвертый, "Северная", "Воркутинская", "Юр-Шор"*	I,49	Аргиллит, алевролит	0,5-2,5	360	-	Песчаник	5-20	I4I0	40	30-II0 / 6-25
4 "Западная"*, "Глубокая"*	I,38	Алевролит	2,5	-	-	Песчаник	4	-	-	70-90 / I8-24
5 "Западная"*, "Глубокая"*	I,65	Алевролит	0 -2,0	-	-	Песчаник	3-2I	-	-	40-I30 / I2-30
I0, "Капитальная"*, "Восточная"*, "Пионер"* "Интинская"	2,29	Песчаник, алевролит	0 -2,5	303	25	Песчаник	I5-32	800	50	60-I20 / I5-30
II, "Капитальная"*, "Восточная"*, "Пионер"* "Интинская"	2,65	Аргиллит, алевролит	0 -I,0	280	25	Песчаник	8-26	740	50	50-80 / I5-30

* Пласты, у которых труднообрушаемые кровли имеют локальное распространение.

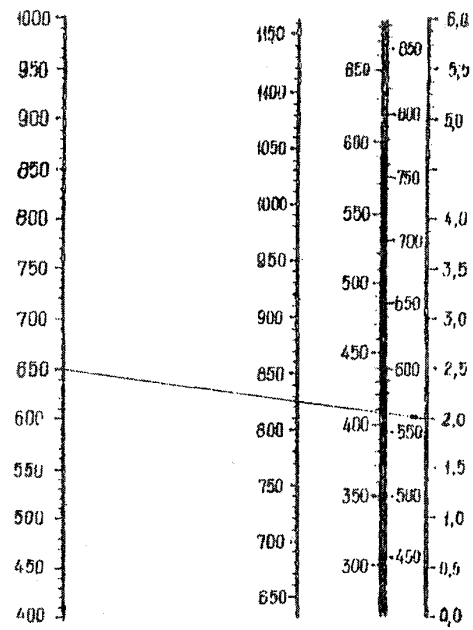
а



б



в



а- по пластам Тройному, Мощному;

б- по пласту Четвертому;

в- по пласту Пятому

Рис. П.2.I. Номограммы для определения прочности пород кровли:

G_I, G_2, G_3 - соответственно предел прочности на сжатие аргиллитов, алевролитов и песчаников;

H - глубина залегания, м; h - расстояние от пласта, кратное его мощности

Приложение 3

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПОЧВЫ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ

Испытания прочности почвы динамическим способом производятся по схеме, представленной на рис. П.3.I. Внедрение пуансона 2 осуществляется за счет работы, производимой падающим по направляющей грузом I. Глубина внедрения пуансона принимается равной 50 мм, площадь пуансона – I см^2. Пуансон должен быть установлен перпендикулярно к почве.

Вычисление предела прочности почвы на вдавливание штампа площадью I00 см^2 производится по эмпирической формуле

$$\sigma_{вдi} = c \cdot A_i \text{, кгс/см}^2, \qquad (П.3.I)$$

где $\sigma_{вдi}$ – предел прочности почвы на вдавливание штампом с площадью I00 см^2;

c – эмпирический коэффициент, кгс/см^2. кгм равный I,I;

A_i – работа, затраченная на внедрение пуансона на глубину 50 мм, кгм;

$$A_i = Q \cdot H \cdot n_i \text{, кгм}, \qquad (П.3.2)$$

где Q – вес груза, кгс;

H – высота сбрасывания груза, м;

n_i – количество сбрасываний груза.

При углах падения пластов больше I0^0 происходит потеря работы на трение груза о направляющую. Поэтому работу в этом случае следует определять по формуле

$$A = n \cdot h_в \cdot Q - A_{тр}, \text{ кгм}, \qquad (П.3.3)$$

где $h_в$ – вертикальная составляющая высоты сбрасывания груза, м;

$A_{тр}$ – тормозящая работа сил трения, кгм.

$$A_{тр} = n \cdot F_{тр} \cdot H, \text{ кгм}; \qquad (П.3.4)$$

$$F_{тр} = f \cdot Q_н, \text{ кгс}, \qquad (П.3.5)$$

где f – коэффициент трения;

$Q_н$ – нормальная к оси стержня составляющая веса груза, кгс.

Испытания проводятся на каждой полосе (цикле) в пределах призабойного пространства для получения зависимости предела прочности на вдавливание от расстояния до забоя.

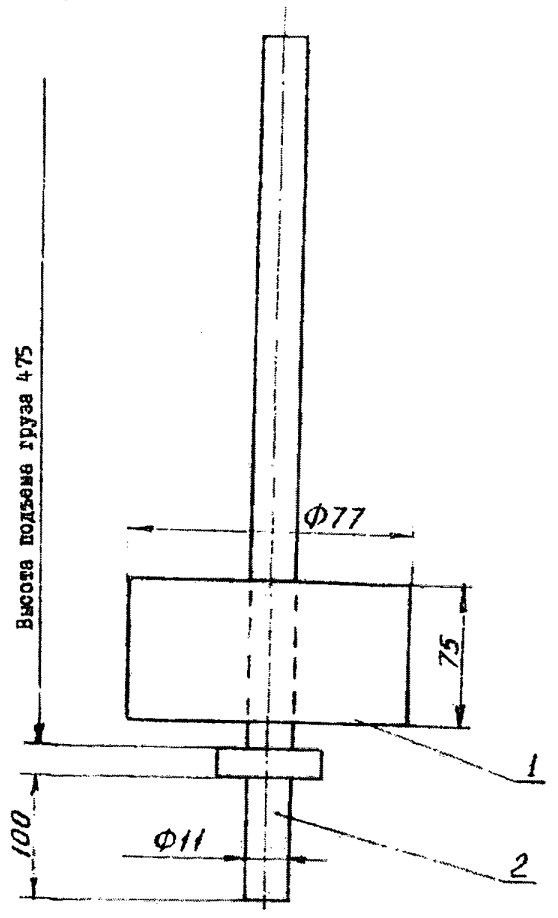


Рис. П.3.I. Конструкция ударника ДорНИИ для определения прочности пород на вдавливание

Количество испытаний в каждой полосе принимается равным 15-20, т. е. в 1,5-2,0 раза больше количества образцов горных пород, определяемых методами математической статистики для получения приемлемой надежности результатов испытаний. Это связано с тем, что на почве гораздо больше дефектов, чем в образце. На каждой полосе испытания производятся в 3-4 пунктах с пятью точками испытаний в каждом. Пункты испытаний распределяются равномерно по длине лавы, например, через 20-30 м. Расстояние между точками испытаний в пункте должно быть не менее 0,5 м. Лучше всего точки испытаний определять по трафарету, например, по конверту - четыре точки по углам и одна - в центре.

Все результаты испытаний заносятся в журнал, приведенный в табл. П.3.1.

Для каждой полосы должно вычисляться среднее значение прочности почвы на вдавливание и среднеквадратическое отклонение частных значений от среднего по формулам:

$$\bar{\sigma}_{вд} = \frac{\sum_{i}^{n} \sigma_{вд_i}}{n}, \text{ кгс/см}^2; \qquad (П.3.6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sigma_{вд_i} - \bar{\sigma}_{вд})^2}, \text{ кгс/см}^2, \qquad (П.3.7)$$

где $\bar{\sigma}_{вд}$ - средняя прочность почвы на вдавливание, кгс/см^2;

$\sigma_{вд}$ - прочность почвы на вдавливание в отдельной точке, кгс/см^2;

n - количество испытаний;

σ - среднеквадратическое отклонение отдельных значений от среднего, кгс/см^2.

Для решения вопроса о том, будет ли происходить внедрение в почву основания стойки или секции крепи, следует произвести сравнение полученного результата с напряжением в почве, созданным стойкой при номинальном сопротивлении, по формуле

$$\frac{P_{ст.}}{(\sigma_{вд} - 2\sigma)^*} \leqslant F_0 \text{ см}^2, \qquad (П.3.8)$$

где F_0 - площадь основан стойки, см^2;

$P_{ст}$ - номинальное сопротивление стойки, кгс.

При этом, если неравенство не выполняется, то стойка будет внедряться в почву и следует делать специальные увеличенные опоры под основанием стойки, при которой неравенство будет выполняться.

При механизированной крепи, вследствие неравномерного распределения напряжения под основанием, следует пользоваться неравенством

$$\frac{1,5 P_c}{(\sigma_{вд} - 2\sigma)^*} \leqslant S, \text{ см}^2, \qquad (П.3.9)$$

где P_c - номинальное сопротивление секции крепи, кгс;

S - площадь основания секции, см^2.

Таблица П.3.1

Дата

ПО _____ шахта _____ пласт _____

лава _____ угол падения _____

№ пункта замера	№ точки замера	Расстояние от конвейерного штрека, м	Расстояние от забоя, м	Литологический тип породы почвы	Количество ударов	Масса груза, кг	Высота сбрасывания груза, м	Работа на внедрение, кгм	Прочность на вдавливание, кгс/см^2	Примечание
I	I-I	20	0,I	Аргиллит	I2	5	0,5	30	33	
	I-2	20	0,6							
	I-3	2I	0,I							
	I-4	2I	0,6							
	I-5	20,5	0,4							
2	2-I	40	0,I	Аргиллит						
	2-2	40	0,6							

Приложение 4

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВИДОВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КРЕПИ

Для выбора рациональных видов стоек и элементов крепи, обеспечивающих наилучшую устойчивость кровли в конкретных горно-геологических условиях, рекомендуется применять метод сравнения комплексных механических характеристик системы "крепь - боковые породы". Под комплексной механической характеристикой работы крепи понимается зависимость сопротивления крепи от величины ее податливости.

Комплексные характеристики крепи определяются графическим суммированием деформационных характеристик верняков, затяжек, почвы, кровли и механической характеристики стоек.

Для построения комплексных характеристик используются паспортные механические характеристики стоек. Деформационные характеристики почвы и кровли определяются как величины погружения опор стоек в почву и кровлю при различных нагрузках.

Величины смятия деревянных верняков и затяжки в зависимости от нагрузки и площади опоры стоек можно определить по номограмме (рис. П.4.I) или рассчитать по эмпирической формуле

$$Д = \frac{5 \cdot Н \cdot Т}{S}, \text{ мм}, \qquad (П.4.I)$$

где Д - абсолютная величина деформации верняка при смятии, мм;

S - площадь верхней опоры стойки, $см^2$;

Н - нагрузка на стойку, тс;

Т - толщина верняка или суммарная величина верняка и затяжки, мм.

Формула (П.4.I) справедлива, если удельные нагрузки на верняк не превышают I40 $кгс/см^2$.

Несущая способность деревянных стоек по результатам исследований ПечорНИИпроекта принимается по табл. П.4.I.

Фактическую нагрузку на стойку можно определить по величине относительной деформации верняка, для чего следует пользоваться формулой (П.4.I) или номограммой, приведенной на рис. П.4.I. График относительной деформации можно использовать и для построения деформационной характеристики верняка любой толщины.

Таблица П.4.I

Длина стоек, м	Диаметр, см	Предел несущей способности стоек, тс
2,7-2,2	20-I8	28-22
	I8-I6	22-I8
I,5-I,0	I6-I4	24-I6
	I4-I2	I5-II
I,0-0,6	I8-I4	26-I7
	I4-I2	I6-I2

На рис. П.4.2 представлены комплексные и составляющие их характеристики работы крепи. Ордината, проведенная из точки "О", показывает влияние первоначального распора на работу крепи. Отрезок "OO_I" определяет величину опускания кровли до установки постоянной крепи на расстоянии I,0-I,3 м от забоя.

Пользуясь комплексными характеристиками по опусканиям кровли, можно определить величины нагрузок на стойки.

можно решить и другую задачу. Известно, что устойчивость кровли в лавах определяется предельной величиной ее опускания, которая, в свою очередь, зависит от жесткости и несущей способности крепи. Знание предельной величины опускания кровли и изменения несущей способности крепи в зависимости от выбранных верняков путем сравнения комплексных характеристик позволяет решить вопрос о технической или экономической целесообразности применения в конкретных условиях тех или иных типов стоек.

На основании анализа эксплуатации индивидуальных металлических крепей на шахтах бассейна установлено, что потери крепи в основном зависят от мощности разрабатываемого пласта (m), угла падения (α) и типа кровли по обрушаемости (Кв. см. табл. 3.2).

Для предварительной оценки эффективности применения индивидуальной крепи в различных горно-геологических условиях ожидаемые потери металлических стоек трения можно определить из статистической модели

$$П = I,2 + 0,956m + 0,05\alpha + I,36 \cdot К_в, \%,$$

где П - потери металлических стоек трения в рассматриваемых условиях, %,

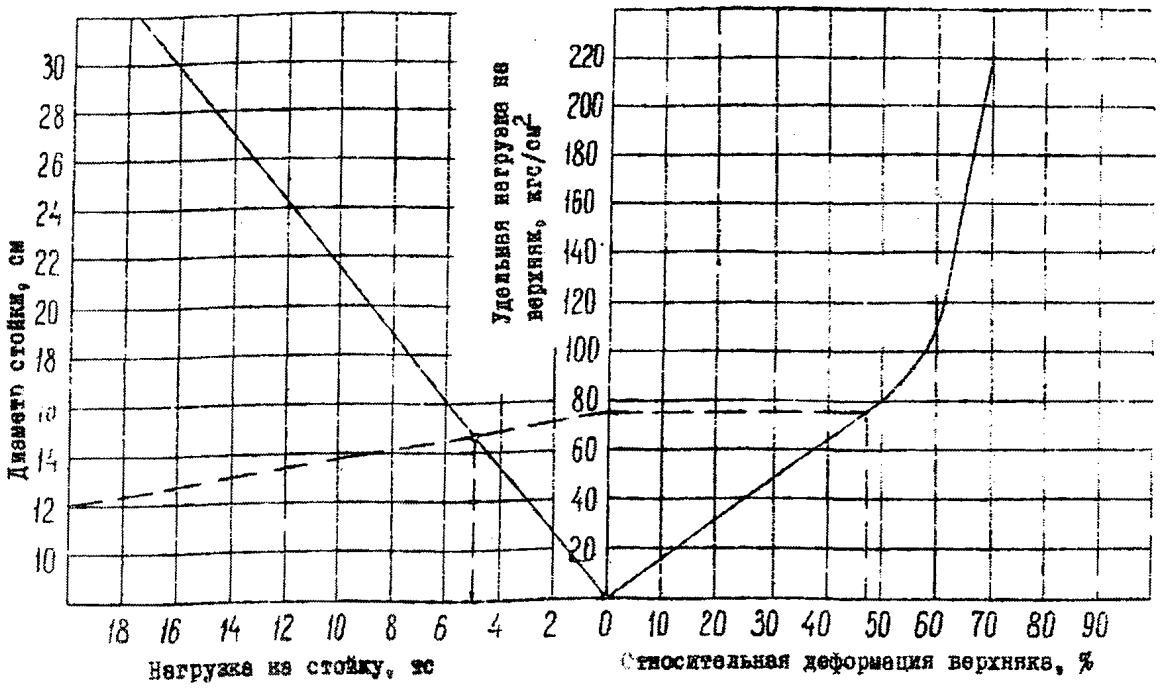


Рис. П.4.I. Номограмма для определения нагрузок на стойку по смятию деревянного верняка

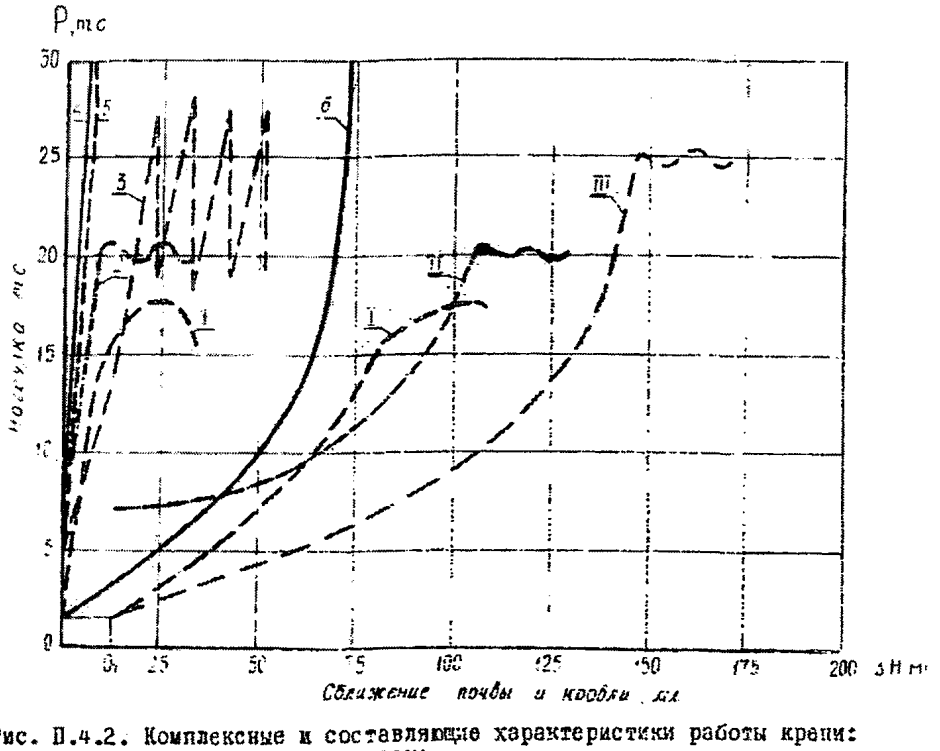


Рис. П.4.2. Комплексные и составляющие характеристики работы крепи: механические характеристики стоек:
I– деревянной; 2– ГСУ-М; 3– ТПК; характеристики составляющих элементов: 4– несущая способность кровли; 5– почвы; 6– зависимость деформации бруса толщиной 100 мм от нагрузки; комплексные характеристики крепи: I– с деревянной стойкой; II– ГСУ-М; III– ТПК

Приложение 5

СХЕМЫ ПАСПОРТОВ КРЕПЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КРОВЛЕЙ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШАРНИРНЫХ ВЕРХНЯКОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИХ КОНСОЛЬНОЙ НАВЕСКИ

5.I. Паспорт № I

Паспорт крепления рекомендуется для лав, оборудованных комбайнами 2К-52, 1ГШ-68, IK-I0I и др. с шириной захвата 0,4, 0,5 и 0,63 м совместно с изгибающимся конвейером. Схема работы комбайна - челноковая. Специальная крепь - органка из забойных металлических стоек, устанавливаемых в ряд, возможно применение посадочных стоек, располагаемых в один ряд в каждой раме или через раму. Посадка производится после выемки двух полос. Шаг передвижки посадочной крепи при ширине захвата 0,4 м составит 0,8 м, при ширине захвата 0,5 м - I,0 м, а при ширине захвата 0,63 - I,26 м.

Призабойное пространство крепится металлическими стойками и шарнирными верхняками типа В20Б. Длина верхняков при ширине захвата комбайнов 0,4, 0,5 и 0,63 м принимается соответственно 0,8, I,0 и I,26 м.

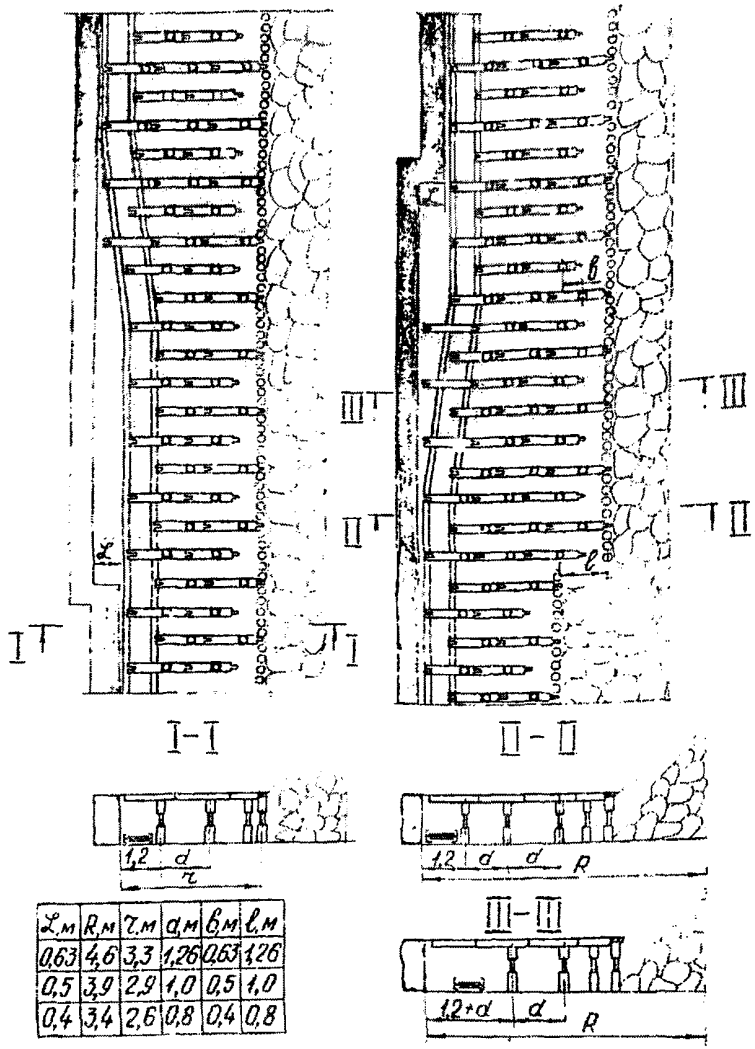
Схема расстановки крепи - треугольная. При снятии полосы угля через раму крепи навешиваются верхняки, под которые после передвижки конвейера устанавливаются стойки. Условия применения - породы непосредственной кровли средней устойчивости и устойчивые.

Основные детали паспорта № I приведены на рис. П.5.I.

5.2. Паспорт № 2

Паспорт крепления рекомендуется для лав, оборудованных комбайнами 2К-52, 1ГШ-68, IK-I0I и др. с шириной захвата 0,8 м совместно с изгибающимся конвейером. Ширина машинной дороги - I,2 м. Схема работы комбайна - челноковая. Специальная крепь - посадочные стойки ЖУм. Шаг передвижки посадочной крепи - I,6 м.

Призабойное пространство крепится металлическими стойками и выдвижными верхняками ВВ-2 с шагом 0,8 м, равным ширине захвата комбайна. Расстояние между стойками по ширине лавы равно ширине захвата комбайна. Консольная навеска верхняков на участке изгиба конвейера производится непосредственно за выемочным органом ком-



L,м	R,м	r,м	a,м	b,м	l,м
0,63	4,6	3,3	1,26	0,63	1,26
0,5	3,9	2,9	1,0	0,5	1,0
0,4	3,4	2,6	0,8	0,4	0,8

Рис. П.5.I. Паспорт крепления и управления кровлей с применением шарнирных верхняков В20Б

байна (с отставанием от него не более 2-3 м) или над его корпусом, если зазор между кровлей и корпусом комбайна не менее 300 мм. Навеска верняков производится из закрепленного пространства одним рабочим, а при большой скорости комбайна - двумя. В схеме предусмотрена ширина призабойного пространства 2,2 м, максимальная - 3,8 м.

Условия применения - породы непосредственной кровли ниже средней устойчивости и средней устойчивости.

Основные детали паспорта № 2 приведены на рис. П.5.2.

5.3. Технология навески шарнирных верняков

Металлические верняки В15Б и В20Б представляют собой конструкцию, состоящую из балки и шарнирного замка. Металлические шарнирные верняки применяются со стойками, имеющими специальные опоры. Они устанавливаются по направлению подвигания лавы и образуют сплошные линии, наращиваемые к забою в процессе выемки угля и укорачиваемые со стороны выработанного пространства. Установка верняков в лаве должна производиться вилкой к забою, проушиной - к завалу.

Количество верняков в линии и установленных под них стоек определяется паспортом. Стойки, по условиям обеспечения устойчивости конструкции крепи, должны устанавливаться под верняк не ближе I/3 его длины от оси замка (вилки или проушины). При рамной конструкции крепи из стоек и металлического верняка стойки можно устанавливать ближе к замку. Устанавливать стойки под замок запрещается, так как это ведет к деформации верняков. Концы верняков не должны выступать за линию посадочной крепи. При необходимости стойки могут устанавливаться по всей длине балки верняка при условии предотвращения их выскальзывания.

Операция по навешиванию верняков заключается в следующем: верняк поднимается вертикально (при достаточной мощности пласта) или наклонно, вставляется проушиной в вилку ранее установленного верняка и шарнирно соединяется с ним штырем. После этого поворачивается на штыре до упора с кровлей. Поддержание кровли бесстоечного пространства консольно навешенным верняком обеспечивается забивкой клина. Навешиваемый верняк может отклоняться в вертикальной и горизонтальной плоскостях относительно положений ранее установленного верняка, позволяя преодолевать неровности кровли.

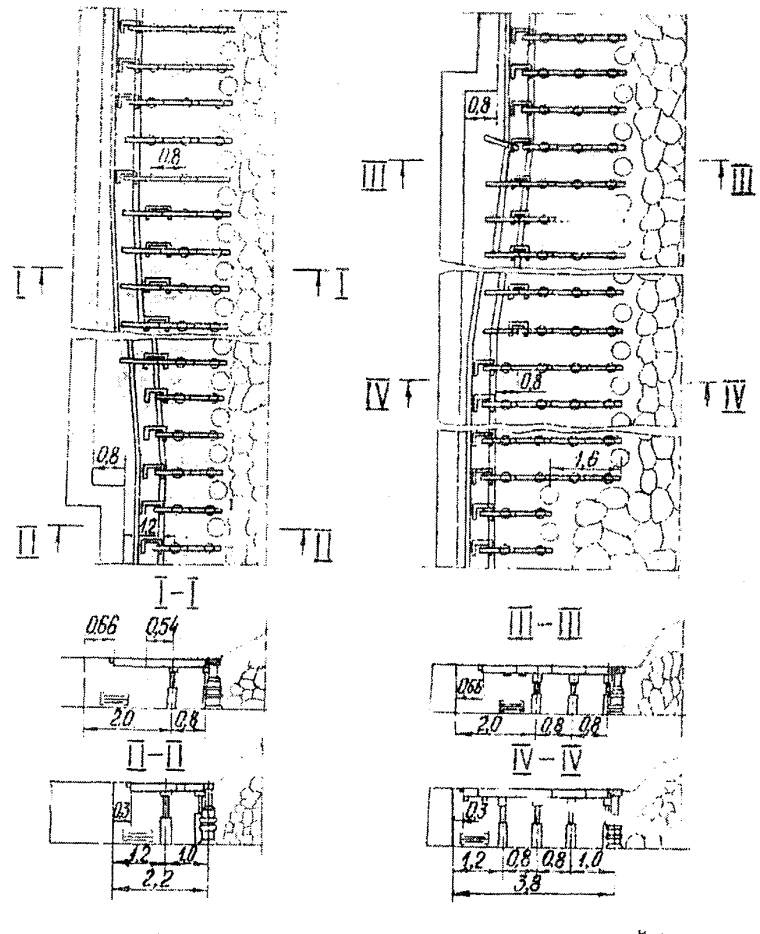


Рис. П.5.2. Паспорт крепления и управления кровлей с применением выдвижных верняков ВВ-2

Этот поворот достигается забивкой клина на большую или меньшую величину.

После передвижки конвейера к забою под консольный верхняк устанавливается стойка, а клин верхняка выбивается и вставляется в специальную скобу. Оставлять клинья в замках верхняков, под которые установлены стойки, запрещается, так как это выведет из строя верхняки и клинья.

При неровной и неустойчивой кровле следует предусматривать обязательное применение подкладок или затяжек, которые укладываются на навешиваемый верхняк при неполностью забитом клине (когда он еще не прижат к кровле), а затем клин забивается до полного распора верхняка.

Для обеспечения консольной навески верхняков при подвигании лавы необходимо соблюдать постоянный захват комбайна по длине лавы и устанавливать стойки крепи по ширине призабойного пространства на одинаковом расстоянии.

Постоянство захвата комбайна достигается при оборудовании изгибающегося конвейера стационарными гидропередвижчиками типа ГП, устанавливаемыми через 6-8 м. В этом случае установку стоек крепи и передвижку конвейера следует производить по шаблону с ориентированием на предыдущий ряд стоек. Это позволяет сохранить постоянным расстояние между рядами крепи и конвейером и обеспечить прямолинейность забоя.

Для облегчения работ по креплению участка изгиба конвейера при консольной навеске металлических шарнирных верхняков и обеспечения безопасных условий труда (исключение нахождения людей на участке изгиба конвейера в незакрепленном пространстве при навешивании верхняков) рекомендуется применять специальные съемные приспособления ПНВ-4. Приспособление для навешивания верхняков позволяет уменьшить время навески верхняков, а при зазоре между кровлей и корпусом комбайна не менее 300 мм консольная навеска может выполняться непосредственно над комбайном сразу за исполнительным органом.

Сравнительные показатели при применении шарнирных верхняков с ПНВ и без ПНВ [34] приведены в табл. П.5.1.

Серийно выпускаемое или изготовленное в шахтных мастерских приспособление для навески верхняков ПНВ-4 приведено на рис. П.5.3. Приспособление состоит из захвата с фиксирующим устройством, с помощью которого производится его крепление на ранее установленном верхняке, выступающего кронштейна с площадкой закрепленного на нем рычага.

Таблица П.5.1

Показатели	В-15Б	В-20Б с ПНВ	В-20Б без ПНВ
Время, затрачиваемое на установку в рабочее положение после прохода комбайна, с	30-45	35-45	45-60
Промежуток, через который производится подхват обнаженной кровли после прохода комбайна, с	30-300	45-60	330-450
Расстояние до места установки призабойной крепи от исполнительного органа комбайна, м	3,6-7	I-3	II-I5
Время пребывания рабочего, возводящего крепь, под незакрепленной кровлей, с	35	-	55

Навеску верхняка с помощью приспособления осуществлять следующим образом (рис. П.5.4, а, б, в, г):

Подготовленный к навеске верхняк укладывается передним концом на площадку кронштейна, передвигается к забою, заводится проушиной в вилку ранее установленного верхняка и соединяется с ним штырем (рис. П.5.4,а), с помощью рычага навешиваемый верхняк поднимается до положения, позволяющего свободно вставить клин (рис. П.5.4, б). Окончательное поджатие верхняка к кровле осуществляется забивкой клина (рис. П.5.4, в). После консольного навешивания верхняка приспособление снимается. Снятие приспособления производится путем отжима штыря (рис. П.5.4, г) с принудительным возвратом.

Отличительной особенностью выдвижных верхняков ВВ-2 и ВВ-I5 от серийно выпускаемых типов В20Б и В15Б является наличие поддерживающей опоры, монтируемой на конце верхняка первого ряда крепи и удлиняющей выступающую в сторону забоя консоли верхняка на 400 мм.

В исходном положении установленная опора на верхняке прижата к кровле с помощью клина. После прохода выемочного органа комбайна выбивается клин опоры и подготовленный к навеске верхняк укладывается на полку поддерживающей опоры (рис. П.5.5, а). Удлиненный

на полку верхняк передвигается сначала к забою, а затем соединяется штырем с ранее установленным верхняком (рис. П.5.5, б). После соединения верхняков с помощью рукоятки поворачивается опора (верхняк прижимается к кровле) и забивается клин (рис. П.5.5., в). После передвижки конвейера под навешенные верхняки устанавливаются стойки, а опоры снимаются, переносятся на концы верхняков и поджимаются к кровле (рис. П.5.5, г).

Для извлечения из выработанного пространства верхняка любой конструкции необходимо перед разгрузкой стойки выбить штырь замка ("разомкнуть" верхняк), после разгрузки и извлечения стойки с помощью крюка убрать упавший на почву верхняк.

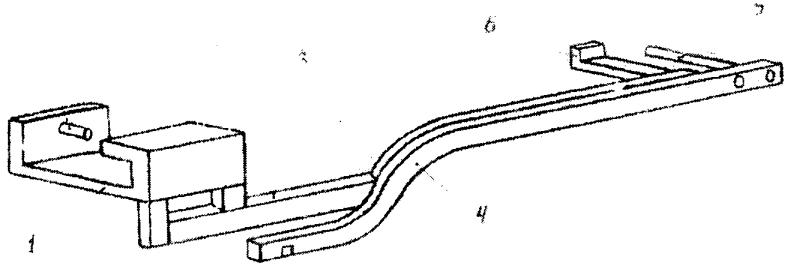


Рис. П.5.3. Приспособление ПНВ-4 для навески верхняков В20Б:
1- захват; 2- фиксирующее устройство; 3- кронштейн;
4- рычаг; 5- валик рычага; 6- площадка кронштейна

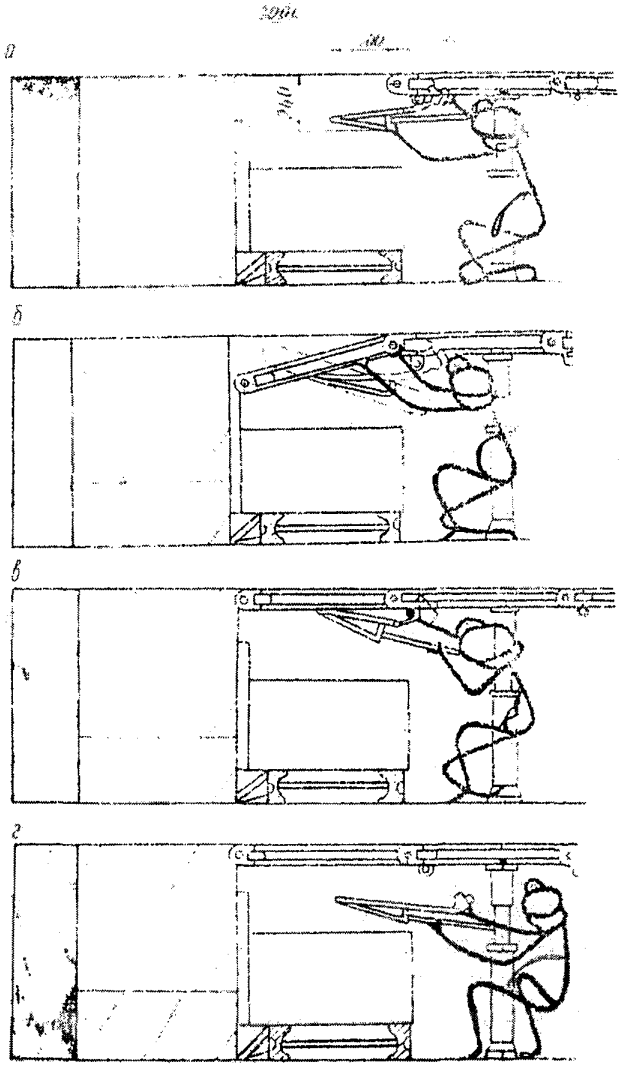


Рис. П.5.4. Схема навешивания верхняка типа IВ20Б

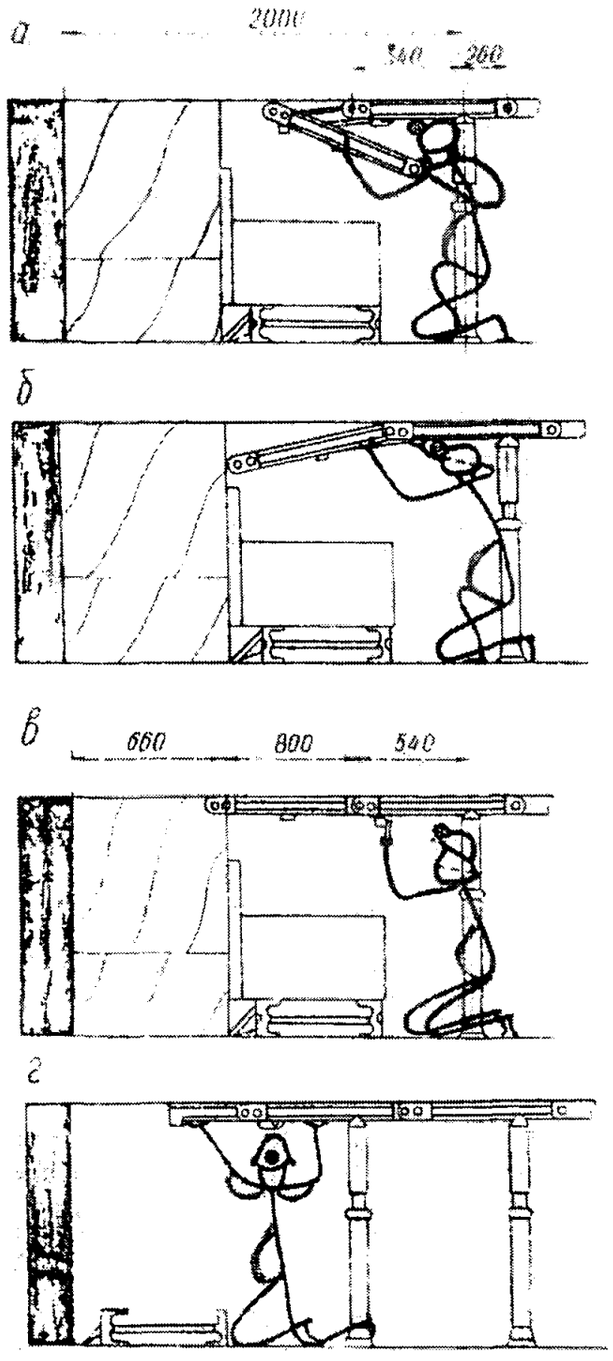


Рис. П.5.5. Схема установки верхняка ВВ-2

Приложение 6

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПЛОТНОСТИ ЗАБОЙНОЙ И ПОСАДОЧНОЙ КРЕПИ В ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТКАХ

6.I. Расчет плотности забойной и посадочной крепи по лаве 3I2-в пласта $П_{I4}$ шахты "Юнь-Яга", производственного объединения "Воркутауголь"

6.I.I. Согласно геологическому паспорту на выемочном участке непосредственная кровля пласта $П_{I4}$ представлена алевролитами с прочностью на сжатие 450-500 кгс/см^2 (на растяжение - 30 - 40 кгс/см^2), мощностью до 4,0-5,0 м. В основной кровле залегают песчаники мощностью до 7,2 м, с прочностью на сжатие от 6I0 до 700 кгс/см^2 (на растяжение - до 70 кгс/см^2).

Мощность пласта: геологическая - I,89 м, вынимаемая - I,85 м.

6.I.2. Определяется тип кровли и шаг обрушения основной кровли.

По классификации ПечорНИИпроекте такие кровли относятся по устойчивости к кровлям средней устойчивости; по обрушаемости - средней обрушаемости, согласно табл. 3.2 шаг обрушения основной кровли при первичном обрушении находится в пределах 36-50 м, последующие осадки основной кровли возможны через 8-I2 м.

6.I.3. Расстояние от разрезной печи, на котором рекомендуется проведение первичной посадки, согласно табл. 3.2 должно быть не более 25 м при зависании нижней пачки непосредственной кровли и при ее обрушении - не менее I0-I2 м.

Величина зоны влияния первичного обрушения основной кровли, в которой после проведения первичной посадки рекомендуется временное усиление крепи или выполнение специальных мероприятий, составляет 50 м.

6.I.4. Необходимая несущая способность забойной крепи определяется по формуле

$$P_з = \frac{m}{K_{рм} - I}\gamma ; \quad K_в = \frac{I,85}{I,3I - I}\,2,5 \cdot I,4 = 2I \text{ тс/м}^2,$$

где $K_{рм}$ - коэффициент разрыхления массива;
при m = I,85 м $K_{р.м}$ = I,3I (см. табл. 6.I);

γ - объемный вес пород, равный 2,5 т/м^3;

$K_в$ - коэффициент влияния вторичных осадок, равный 1,4 (см. табл. 3.2).

6.I.5. Необходимая величина податливости крепи на границе поддерживаемого пространства для этих условий равна

$$h = K \cdot K_в \cdot m\,\ell \text{ , м;}$$

$$h = 0,0I7 \cdot I,4 \cdot I,85 \cdot 4,2 = 0,I85 \text{ м,}$$

где K - коэффициент, характеризующий закономерность опускания кровли в выработанном пространстве; при кровлях средней обрушаемости K = 0,0I7 (см. табл. 3.2);

$K_в$ - коэффициент влияния вторичных осадок, $K_в$ = I,4 (см. табл. 3.2);

m - вынимаемая мощность пласта, m = I,85 м;

ℓ - максимальная величина поддерживаемого призабойного пространства, согласно паспорту ℓ = 4,2 м.

Такую податливость обеспечивают индивидуальные металлические стойки трения типа ТПК. Для условий пласта $П_{I4}$ возможно применение стоек типа ТII-УП с паспортной несущей способностью Р = 25 тс.

6.I.6. Величина необходимого предварительного распора крепи должна быть равна:

$$P_{р.в} = I0\,\frac{m \cdot \ell^2}{\sqrt{R}} \text{ тс/м}^2; \quad P_{р.з} = I0\,\frac{I,85 \cdot I,2^2}{4,2} = I3,0 \text{ тс/м}^2,$$

где ℓ - ширина бесстоечного пространства от линии забоя до первого ряда постоянной крепи, равная I,2 м.

Предварительный распор, создаваемый стойками типа ТПК, равен I,5 т и его значение меньше полученного по формуле, поэтому в соответствии с табл. 6.3 при расчете плотности призабойной крепи необходимо учитывать коэффициент увеличения плотности.

Тогда минимально необходимая плотность забойной крепи будет равна

$$П_з = \frac{P_в}{P}\,K_у = \frac{2I}{25} \cdot I,7 = I,4 \text{ ст/м}^2.$$

6.1.7. Величина несущей способности крепи равна

$$P_{орг} = \frac{m}{K_{рм} - 1} \cdot \gamma \cdot K_в \cdot R = \frac{1,85}{1,31 - 1} 1,5 \cdot 1,4 \cdot 4,2 = 88 \text{ т/м},$$

отсюда минимальная плотность органной крепи из стоек постоянного сопротивления должна быть при применении в органном ряду стоек типа ТП-ПК равна 3,5 ст/метр, принимается 4 ст/м.

6.2. РАСЧЕТ ПЛОТНОСТИ ЗАБОЙНОЙ И ПОСАДОЧНОЙ КРЕПЕЙ ПО ВОСТОЧНОЙ ЛАВЕ № 2 ПЛАСТА 3 ШАХТЫ "ЗАПАДНАЯ" ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ "ИНТАУГОЛЬ"

6.2.1. Согласно геологическому паспорту на выемочном участке непосредственная кровля представлена переслаиванием аргиллита и алевролита с прочностью на сжатие 270-350 кгс/см^2 (на растяжение - 18-37 кгс/см^2), мощностью 5,5-6,0 м. В основной кровле залегают песчаники мощностью 5,2 м средней крепости с прочностью на сжатие 680 кгс/см^2 (на растяжение 51 кгс/см^2). На контакте с пластом залегает слой аргиллита мощностью до 0,5 м с двумя прослойками угля. Мощность пласта 1,56 м, вынимаемая - 1,46 м. Величина защитной угольной пачки принята равной 0,1 м.

6.2.2. Определяется тип кровли по устойчивости и обрушаемости.

Для установления класса кровли по устойчивости при оставлении защитной пачки воспользуемся выражением (3.1).

$$\ell = 1,2\sqrt{\sigma_р \cdot h} = 1,2 \sqrt{11 \cdot 0,1} = 1,30 \text{ м},$$

где ℓ - величина пролета бесстоечного пространства, м;
$\sigma_р$ - прочность угля защитной пачки на разрыв, кгс/см^2;
h - величина защитной пачки, м.

Прочность угольной пачки определяем по замерам или воспользуемся данными рис. П.1.1, на основании полученной величины пролета бесстоечного пространства по табл. 3.1 определяем, что по устойчивости кровля является ниже средней устойчивости.

Согласно табл. 3.2 кровля относится к средней обрушаемости, шаг обрушения основной кровли при первичном обрушении находится в пределах 36-50 м, последующие осадки основной кровли возможны через 8-12 м.

6.2.3. Расстояние от разрезной печи, на котором рекомендуется проведение первичной посадки, согласно табл. 3.2, должно быть около 24 м.

6.2.4. Определяем необходимую несущую способность забойной крепи по выражению:

$$P_з = \frac{m}{K_{рм} - 1} \cdot \gamma \cdot K_в \frac{1,46}{1,30 - 1} 2,5 \cdot 1,4 = 17,0 \text{ тс/м}^2,$$

где $K_{р.м}$ - коэффициент разрыхления массива;
при $m = 1,46$ м $K_{р.м} = 1,30$ (см. табл. 6.1);
γ - объемный вес пород, $\gamma = 2,5$ т/м^3;
$K_в$ - коэффициент влияния вторичных осадок, $K_в = 1,3-1,4$ (см. табл. 3.2).

6.2.5. Необходимая величина податливости крепи на границе поддерживаемого пространства для этих условий равна

$$h = K \cdot K_в \cdot m \cdot R = 0,017 \cdot 1,4 \cdot 1,46 \quad 4,6 = 0,160 \text{ м},$$

где K - коэффициент, характеризующий закономерность опускания кровли в поддерживаемом пространстве, при кровлях средней обрушаемости $K = 0,017$ (см. табл. 3.2);
m - вынимаемая мощность пласта, $m = 1,46$ м;
R - максимальная величина поддерживаемого призабойного пространства; исходя из технологических особенностей выемки на шахте принята $R = 4,6$ м.

Такую податливость обеспечивают индивидуальные металлические стойки трения типа ТПК. Для условий пласта Третьего возможно применение стоек типа ТП-ПК с паспортной несущей способностью Р, равной 25 тс.

6.2.6. Величина необходимого предварительного распора крепи должна быть равна

$$P_{р.з} = 10 \frac{m \cdot \ell^2}{} = 10 \frac{1,46 \quad 1,2}{4,6} = 9,82 \text{ тс/м}^2,$$

где ℓ - ширина бесстоечного пространства от линии забоя до первого ряда постоянной крепи, $\ell = 1,2$ м.

Предварительный распор, создаваемый стойками типа ТПК, равен I,5 тс, и его значение меньше полученного по формуле. Поэтому в соответствии с табл. 6.3 при расчете плотности призабойной крепи необходимо учитывать коэффициент увеличения плотности.

Тогда минимально необходимая плотность забойной крепи будет равна

$$П_з = \frac{P_з}{P} \cdot K_у = \frac{I7,0}{25} \cdot I,7 = I,I6 \text{ ст/м}^2.$$

Величина несущей способности органной крепи равна

$$P_{орг} = \frac{m}{K_{рм} - I} \cdot \gamma \cdot K_в R = \frac{I,46}{I,30 - I} 2,5\ I,4\ 4,6 = 78,4 \text{ т/м},$$

отсюда минимальная плотность органной крепи из стоек типа ТІО-ПК должна быть равна 3,I4 ст. на метр. Принимается 4 ст/м.

Приложение 7

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

7.1. Величина общей зоны опорного давления впереди очистного забоя

$$З_0 = 0,1\ H, \text{ м}.$$

7.2. Зона интенсивного проявления опорного давления

$$З = 0,05\ H, \text{ м}.$$

7.3. Величина опускания кровли на различном расстоянии от забоя

$$h = K \cdot K_в \cdot m \cdot R, \text{ м}.$$

7.4. Средняя величина отжима угля от забоя при отсутствии осадок основной кровли

$$О = 0,1m, \text{ м}.$$

Максимальная величина отжима угля при осадках основной кровли

$$О_0 = 0,3m, \text{ м}.$$

7.5. Максимальная высота вывалов кровли в бесстоечном пространстве при влиянии осадок кровли с учетом типа кровли по обрушаемости и отжима угля от забоя рассчитывается по формуле

$$П_{в.max} = 10\ K \cdot m \cdot \sqrt{(\ell + 0,3m)^3}.$$

При отсутствии осадок основной кровли

$$П_{в.ср} = 10\ \frac{K}{K_в}\ m\sqrt{(\ell + 0,1m)^3}.$$

Для ориентировочных расчетов максимальную высоту вывалов кровли при величине бесстоечного пространства можно рассчитать по формуле

$$П_в = 0,3\ell\sqrt{\ell}, \text{ м}.$$

7.6. Необходимая несущая способность забойной крепи

$$P_з = \frac{m}{K_{рм} - 1}\ \gamma \cdot K_в, \text{ тс/м}^2$$

7.7. Необходимая величина несущей способности посадочной крепи

$$P_п = \frac{m}{K_{рм} - 1}\ K_в \cdot \gamma \cdot R, \text{ тс/м}.$$

7.8. Необходимая величина первоначального распора забойной крепи

$$P_{рз} = 10\ \frac{m\ell^2}{\sqrt{R}}, \text{ тс/м}^2.$$

7.9. Достаточная удельная несущая способность механизированной крепи

$$P_{уд} = \frac{C \cdot m \cdot \gamma}{K_{рм} - 1} \cdot K_в, \text{ тс/м}^2,$$

где C – коэффициент, учитывающий тип крепи, численно равный для ОКП (ОМКТМ) 1,2; КМ-87 – 2,0; КМ-81 – 1,4; типа МК – 2,0.

7.10. Величина необходимого удельного распора секции механизированной крепи

$$P_{рм} = \frac{10 \cdot \ell^2 \cdot m \cdot a}{\sqrt{R}}, \text{ тс/м}^2,$$

где ℓ – длине консоли крепи, м;

R – длина секции крепи, м;

a – шаг установки секций крепи, м.

7.11. Для обеспечения устойчивого состояния кровли в призабойном пространстве минимально допустимые скорости подвигания очистных забоев должны быть при неустойчивых кровлях не м· 3,0–4,0; при кровлях средней устойчивости – 2,0–3,0 и устойчивых 1,5–2,0 м/сут.

При прогнозировании проявлений горного давления необходимо учитывать, что при увеличении скорости подвигания очистного забоя с 1 до 4 м в сутки при неустойчивых кровлях величины смещений кровли уменьшаются почти на 50 %, при средней устойчивости – на 30 % и устойчивых – на 20 %. Примерно пропорционально этим величинам повышается устойчивость кровли, уменьшается величина вывалов и заколов кровли.

7.I2. Предельный пролет первичного обрушения основной кровли

$$\ell_{пр} = (3 \div 4) \cdot c \cdot \sqrt{\sigma_р \cdot T}, \text{ м},$$

где c – коэффициент для легкообрушаемых кровель принимается равным 0,40; среднеобрушаемых – 0,70 и для трудно- и весьма труднообрушаемых – 0,90;

T – мощность активной толщи, принимаемая равной 5 мощностям пласта, при весьма труднообрушаемых кровлях – I0 мощностям пласта;

$\sigma_р$ – средневзвешенная прочность пород на растяжение, кгс/см^2.

Шаг обрушения при вторичных осадках основной кровли можно определить по формуле

$$\ell_у = c \sqrt{\sigma_р \cdot T}, \text{ м}.$$

Приложение 8

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КРЕПИ СОПРЯЖЕНИЙ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ С ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

Для обоснования параметров крепи и схем крепления сопряжений ПечорНИИпроектом ведутся систематические инструментальные наблюдения за сдвижением пород кровли, нагрузками на крепь в различных горно-геологических условиях бассейна.

Наблюдениями за сдвижением кровли в местах сопряжений, особенно над выработкой, установлено, что высота интенсивного разрушения пород кровли зависит от расположения и способа охраны выработки.

На сопряжениях с выработками, пройденными в массиве, высота интенсивного разрушения кровли составляет от 1,0 до 1,5 мощности отрабатываемого пласта, а на сопряжениях с выработками, охраняемыми целиками, высота имеет большие размеры, примерно в 1,3–1,5 раза. Над выработками, пройденными "вприсечку" к выработанному пространству, высота интенсивного разрушения кровли достигает 3–3,5 мощности отрабатываемого пласта.

С учетом зависимостей между смещениями кровли, величиной отслоившихся пород и нагрузками на крепь разработана методика расчета необходимой несущей способности крепи сопряжений очистных выработок, которая используется для проверки надежности схем крепления концевых участков на шахтах бассейна.

Расчет крепи сопряжений очистных забоев с выработками, пройденными в массиве или охраняемыми целиками, производится по эмпирическим зависимостям, полученным на основании шахтных наблюдений за смещениями кровли и нагрузками на крепь. Для расчета крепи сопряжений с одиночными выработками выведены экспериментально-аналитические выражения.

Проверку схем крепления по несущей способности крепи на участке сопряжения с выработками, расположенными вне зоны влияния опорного давления смежных лав, рекомендуется вести по номограмме, приведенной на рис. П.8.1.

Рассмотрим пример пользования номограммой для определения необходимого сопротивления усиливающей крепи в 5,0 м за забоем лавы на конвейерном штреке, пройденном по пласту мощностью 2,0 м.

По номограмме на шкале M находим точку, соответствующую мощности пласта 2,0 м, а на шкале L – точку, соответствующую рас-

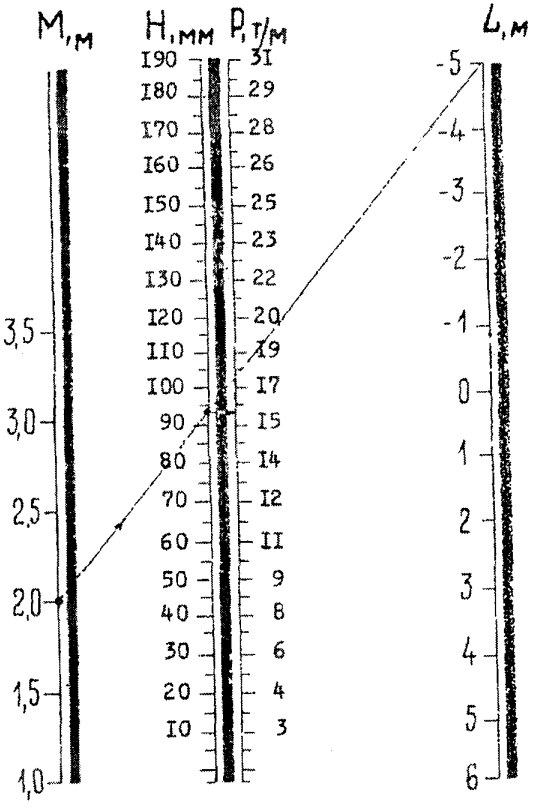


Рис. П.8.1. Номограмма для определения нагрузок на крепь на участке сопряжения выработки с очистным забоем

стоянию 5,0 м. Пересечение линии, проведенной через эти точки, со шкалой Δh соответствует величине смещений кровли, равной 92 мм. Против полученного значения смещения по шкале Р находим необходимое сопротивление прогонов или подхватов на участке сопряжения, которое равно 15,6 тс/м.

Для определения несущей способности крепи на участке сопряжения очистного забоя с выработками, охраняемыми целиками, равными 6-8 мощностям отрабатываемого пласта, рекомендуется пользоваться графиком необходимого сопротивления крепи в зависимости от величины смещения кровли в выработке, который приведен на рис. П.8.2.

Величину смещений кровли на сопряжении в створе с очистным забоем можно определить по формуле

$$h = 40 \cdot m \cdot R \cdot K_в, \text{ мм}, \qquad (П.8.1)$$

где m – мощность пласта, м;

R – ширина выработки, м;

$K_в$ – коэффициент влияния осадок основной кровли, в зависимости от типа кровли по обрушаемости изменяется от 1,2 до 2,0 и принимается по табл. 3.2.

При определении несущей способности крепи сопряжений с выработками, пройденными "вприсечку" или поддерживаемыми на границе с выработанным пространством, расчет производится по формуле

$$P_c = \frac{m}{K_р - 1} \cdot \gamma - \frac{P_{кв}}{в} \cdot K_к, \qquad (П.8.2)$$

где m – мощность отрабатываемого пласта, м;

$K_р$ – коэффициент разрыхления, равный 1,3;

γ – объемный вес породы, равный 2,5 т/м^3;

$P_{к.в}$ – несущая способность крепи выработки, арки из спецпрофиля или деревянной рамы, тс на раму;

$K_к$ – коэффициент, учитывающий изменение несущей способности крепи выработки на участке сопряжения вследствие деформации ее элементов и нарушенности при обнажениях со стороны лавы. Величина коэффициента $K_к$ зависит от типа кровли по обрушаемости и мощности отрабатываемого пласта.

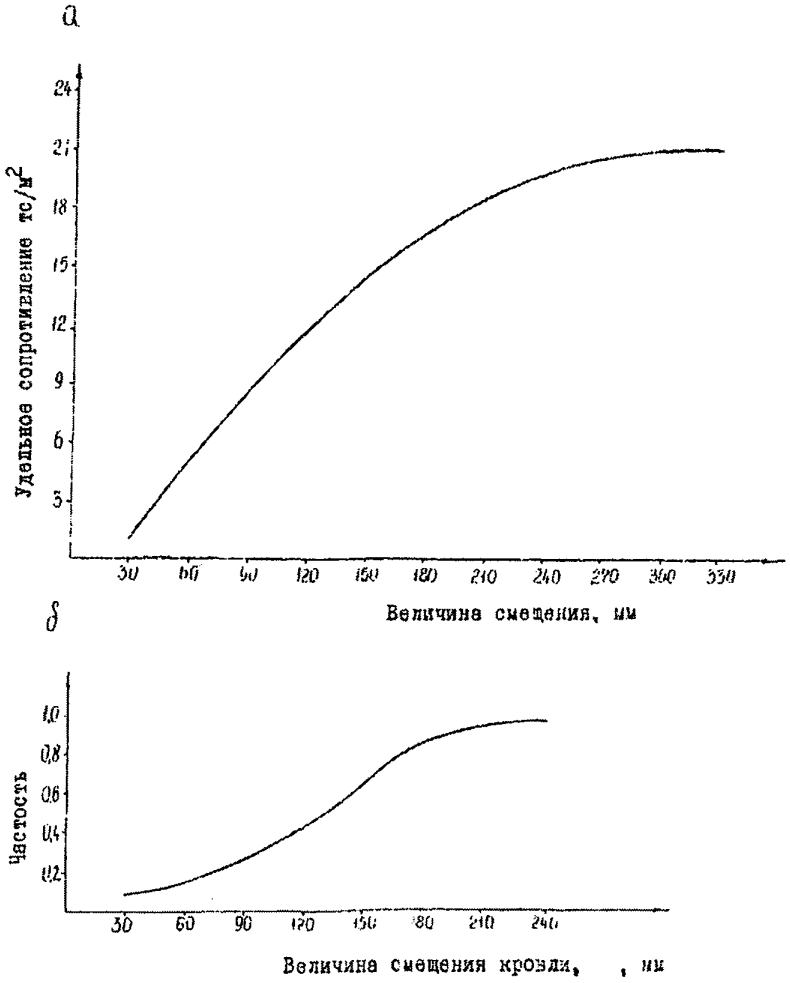


Рис. П.8.2. Графики для расчета нагрузок на крепь сопряжения: а– зависимость удельных нагрузок на крепь сопряжения от величины смещений кровли; б– кривая вероятности полома деревянной крепи

Для всех типов кровли при вынимаемой мощности пласта I,0-I,5 м значение коэффициента $K_к$ рекомендуется принимать равным 0,8; при вынимаемой мощности пластов I,5I-3,0 м с легко- и среднеобрушаемыми кровлями - 0,8; с трудно- и весьма труднообрушаемыми - 0,6. Типы кровли по обрушаемости принимаются по классификации ПечорНИИпроекта (см. табл. 3.2).

В расчете нагрузки на крепь сопряжения не учитывается увеличение давления на крепь выработки вследствие зависания пород в обрушенном пространстве, так как эта пригрузка воспринимается органной крепью, устанавливаемой при отработке верхней лавы.

Несущая способность крепи из спецпрофиля принимается по данным ДонУГИ (см. табл. П.8.I).

В одинарных выработках, закрепленных деревянной крепью на участке сопряжения, смещения кровли даже после восстановления достигают более I50-200 мм, при этом 80 % крепи бывает деформировано. Кривая вероятности излома деревянной крепи в зависимости от величины смещения кровли в выработке приведены на рис. П.8.2. Поэтому при расчете сопротивления усиливающей крепи сопряжения несущая способность деревянной крепи в выработке, пройденной или поддерживаемой на границе с обрушенным пространством, не учитывается.

Таблица П.8.I

Площадь сечения крепи, $м^2$	Крепь из спецпрофиля	Ширина выработки в свету, м	Предельная расчетная несущая способность крепи, тс
5,6	СВП-I7	2,49	27
6,6	СВП-I7	2,85	23
7,5	СВП-I7	3,I7	22
8,5	СВП-22	3,42	28
I0,0	СВП-22	3,83	25
I2,5	СВП-27	4,33	30

В качестве примера в табл. П.8.2 приведены результаты расчета необходимой несущей способности усиливающей крепи на участке сопряжения очистного забоя с выработкой, расположенной на границе с обрушенным пространством, сечением 6,6 $м^2$, шириной 2,85-3,0 м, несущей способностью арки 23 тс, для различной мощности пласта и типов кровли по обрушаемости.

Таблица П.8.2

Показатели	Тип кровли					
	Легко-, средне-, трудно- и весьма труднообрушаемые		Легко- и среднеобрушаемые		Трудно- и весьма труднообрушаемые	
	при мощности пласта, м					
	I,0	I,5	2,0	2,5	2,0	2,5
Нагрузка на крепь сопряжения выработки:						
тс/$м^2$	2,0	6,2	I0,2	I4,6	I2,0	I6,2
тс/м	6,0	I8,6	30,6	43,8	36,0	48,6
Количество стоек на I м выработки		0,75	I,22	I,75	I,44	I,95

Из таблицы видно, что количество стоек с несущей способностью 25 тс, необходимое для установки под прогоны или подхваты в сопряжении, изменяется в зависимости от мощности пласта и обрушаемости пород и плотности установки крепи подготовительной выработки. Для обеспечения необходимого сопротивления усиливающей крепи прогоны или подхваты в выработке устанавливаются в один или два ряда. Опережение забоя за нишей усиливающей крепью сопряжений во всех случаях принимается не менее 5,0 м.

Приложение 9

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КРЕПИ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ГРАНИЦЕ С ВЫРАБОТАННЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

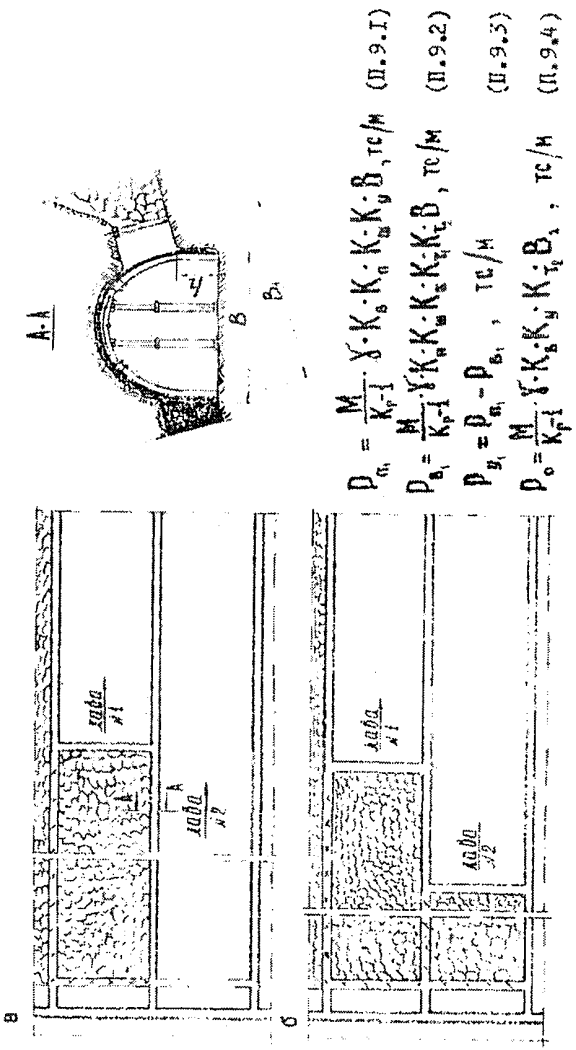
9.I. Методика базируется на результатах многочисленных наблюдений в подготовительных и очистных выработках на шахтах Печорского бассейна. Анализ этих данных позволяет отметить следующее.

9.I.1. Устойчивость выработок, прилегающих к выработанному пространству, зависит от многих горно-геологических и горнотехнических факторов. К ним относятся: строение и физико-механические свойства вмещающих пород; обрушаемость кровли и вынимаемая мощность пласта; ширина зависающей над выработкой консоли кровли, уплотнение и слеживаемость обрушенных пород; величина подрывки почвы; ширина поддерживаемого пространства; виды и параметры крепи; перестановка стоек во время прохода лавы; длительность поддержания выработки и др. Влияние глубины разработки этими исследованиями не выявлено. Угол падения от 0 до 35° не оказывает заметных изменений в устойчивости выработок.

9.I.2. Характер проявления горного давления в таких выработках и очистных забоях, к границам которых они прилегают, имеет элементы общего, так как в обоих случаях величины смещения боковых пород и нагрузок на крепь во многом зависят от одних и тех же основных факторов – класса кровли по обрушаемости и вынимаемой мощности пласта.

9.I.3. Условия поддержания очистных забоев и выработок имеют также существенные различия, которые вносят величина подрывки почвы, прочность вмещающих выработку пород и фактор времени поддержания.

Значительно отличаются между собой условия обеспечения устойчивости выработок при различных способах бесцеликовой подготовки и отработки выемочных участков. По этому фактору можно выделить две основные группы выработок: выработки, пройденные в массиве и поддерживаемые за I-й лавой без перекрепления (рис. П.9.I); выработки, создаваемые позади I-й лавы путем перекрепления, проведения с различной величиной присечки к угольному массиву и оформления вслед за лавой (рис. П.9.2).



$$P_{п_1} = \frac{M}{K_p - 1} \cdot \gamma \cdot K_в \cdot K_п \cdot K_ш \cdot K_у \cdot B, \text{ тс/м} \quad (П.9.I)$$

$$P_{в_1} = \frac{M}{K_p - 1} \cdot \gamma \cdot K_п \cdot K_ш \cdot K_в \cdot K_{т_1} \cdot K_{т_2} \cdot B, \text{ тс/м} \quad (П.9.2)$$

$$P_{у_1} = P_{п_1} - P_{в_1}, \text{ тс/м} \quad (П.9.3)$$

$$P_о = \frac{M}{K_p - 1} \cdot \gamma \cdot K_в \cdot K_у \cdot K_{т_2} \cdot B_1, \text{ тс/м} \quad (П.9.4)$$

Рис. П.9.I. Схемы бесцеликовой подготовки с поддержанием выработок позади I-й лавы без перекрепления: а– при последовательной отработке смежных выемочных участков; б– при одновременной; в– формулы для расчета сопротивления крепей

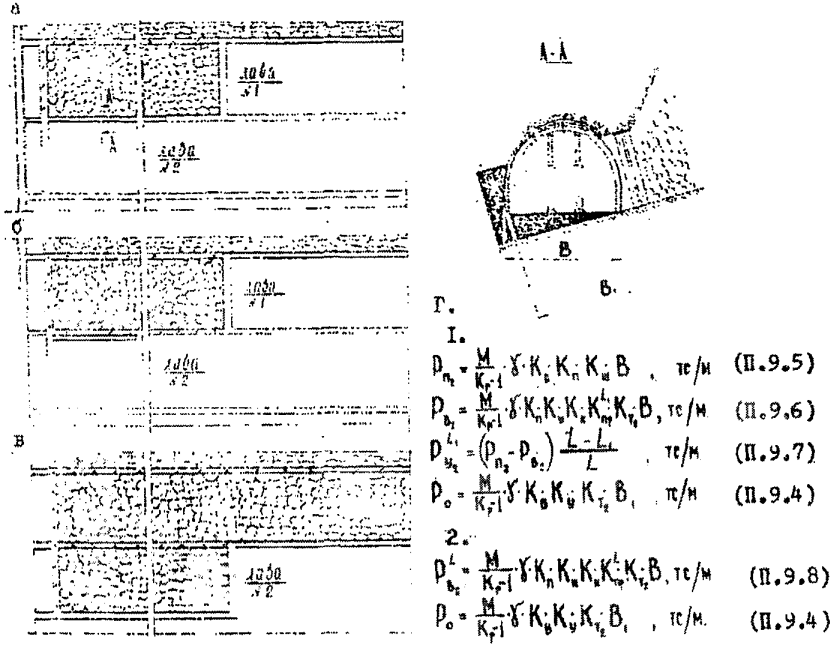


Рис. П.9.2. Схемы бесцеликовой подготовки, предусматривающие создание выработок позади I-й лавы:
а- за счет перекрепления; б- проведения с различной величиной присечки к угольному массиву; в- оформления вслед за лавой; г- формулы для расчета сопротивления крепей при расположении забоя выработок в пределах зоны активных смещений пород (I) и при отставании забоя выработок от I-й лавы не менее протяженности этой зоны (2)

9.2. Область применения методики включает все виды бесцеликовых выработок на углах падения до 35^0 при столбовой, сплошной и комбинированной системах разработки с одновременной и последовательной отработкой выемочных участков по простиранию, падению и восстанию. Расчет параметров основной крепи* первой группы выработок при одновременной отработке смежных выемочных участков с отставанием во времени меньше двух месяцев ведется как для выработок, расположенных в массиве. Методика не распространяется на участки выработок, находящиеся в зонах вредного влияния целиков и краевых частей очистных забоев на под- и надрабатываемых пластах.

9.3. В основу расчета необходимой несущей способности крепи подготовительных выработок, расположенных на границе с выработанным пространством, положены зависимости (6.I) и (6.3) для определения сопротивления забойной и посадочной индивидуальных крепей в очистных забоях. Неучтенные этими зависимостями отличия в условиях поддержания очистных забоев и выработок, а также первой и второй групп выработок между собой выражены соответствующими поправочными коэффициентами. Обоснование коэффициентов и определение количественных их значений дано в работе [33].

9.4. Формулы для расчета сопротивления крепей в выработках первой и второй групп приведены соответственно на рис. П.9.I и П.9.2.

Принятые обозначения входящих в формулы величин показаны ниже:

$P_{п1}$, $P_{п2}$ - общее сопротивление поддерживающей крепи** в зоне активных смещений пород позади I-й лавы соответственно первой и второй групп выработок, тс/м;

$P_{в1}$ - сопротивление основной крепи первой группы выработок, тс/м;

$P_{в2}^{L_4}$ - сопротивление основной крепи второй группы выработок в случае расположения забоя выработки в пределах зоны активных смещений пород, тс/м;

---

* Рамная крепь, возведенная в выработке при проходке или перекреплении.

** Все виды крепи в выработке на участке зоны активных смещений пород позади I-й лавы (основная и усиливающая крепи).

$P^{L}_{н2}$ – сопротивление основной крепи второй группы выработок при отставании забоя выработки от I-й лавы не менее протяженности зоны активных смещений пород, тс/м;

$P_{уI}$, $P_{у2}$ – сопротивление усиливающей крепи* соответствующей группы выработок, тс/м;

$P_{о}$ – сопротивление охранной крепи** , тс/м;

$м$ – вынимаемая мощность пласта, м;

$K_{р}$ – коэффициент разрыхления пород кровли в зоне беспорядочного обрушения;

γ – объемный вес пород, т/м^3;

$K_{в}$ – коэффициент влияния вторичных осадок основной кровли;

$K_{п}$ – коэффициент величины подрывки почвы;

$K_{ш}$ – коэффициент, учитывающий ширину поддерживаемого пространства;

$K_{у}$ – коэффициент увеличения плотности крепи;

$K_{к}$ – коэффициент, учитывающий ширину зависающей над выработкой консоли кровли, уплотнение и слеживаемость обрушенных пород;

$K^{L_1}_{пр}$, $K^{L}_{пр}$ – коэффициенты, учитывающие различия в условиях поддержания первой и второй групп выработок;

$K_{тI}$ – коэффициент, учитывающий время поддержания первой группы выработок впереди I-й лавы;

$K_{т2}$ – коэффициент, учитывающий время поддержания первой и второй групп выработок позади I-й лавы;

B – ширина выработки вчерне, м;

B_{I} – общая ширина поддерживаемого пространства (расстояние по почве выработки от целика до оси охранной крепи в плоскости пласта), м;

L – протяженность зоны активных смещений пород позади первой лавы, м;

L_1 – расстояние от I-й лавы до забоя второй группы выработок в пределах зоны активных смещений пород, м.

---

* Дополнительная крепь, применяемая для повышения устойчивости выработки в зоне активных смещений пород (прогоны, крепь КУ конструкции ПечорНИИпроекта и др.).

** Крепь предназначенная для посадки кровли вдоль выработки и ее ограждения от обрушенных пород (органная и кустовая крепи, костры и др.).

9.5. На основе проведенного анализа имеющихся результатов измерений величин сдвижения кровли установлено, что коэффициент $K_{р}$ при расчете сопротивления крепи в выработках для мощностей пласта от I до 4 м можно определить по формуле

$$K_{р} = I,I7 + 0,I\,м \ . \qquad (П.9.9)$$

9.6. Значение коэффициента $K_{п}$ для двух классов вмещающих пород по прочности на одноосное сжатие – от 200 до 450 (I класс) и от 450 до 700 кгс/см^2 (П класс), наиболее характерных для шахт Печорского бассейна, определяется формулами:

$$K_{пI} = \frac{I}{I + 0,I39\,H - 0,0005\,H^2 + 0,0005\,H^3} \ ; \qquad (П.9.I0)$$

$$K_{п2} = \frac{I}{I + 0,3I\,H - 0,009\,H^2 + 0,00I4\,H^3} \ , \qquad (П.9.II)$$

$$H = \frac{h}{м} \ , \qquad (П.9.I2)$$

где H – расстояние от почвы выработки до почвы пласта, кратное его мощности;

h – расстояние от почвы выработки до почвы пласта, м.

Для установления класса прочности вмещающих выработку пород рекомендуется принимать средневзвешенную прочность $\sigma_{см.св}$ пород (угля), пересекаемых выработкой, и пород в кровле и почве на глубину, равную ширине выработки.

9.7. Коэффициент $K_{ш}$ устанавливается зависимостью

$$K_{н} = \sqrt{\frac{B_I}{B_э}}, \qquad (П.9.13)$$

где $B_э$ – ширина поддерживаемого пространства, принятая за эталон (4,0 м).

9.8. В результате анализа и сравнения величин сближения боковых пород в выработках первой и второй групп получено выражение для определения коэффициента $K_{пр}^{L_1}$

$$K_{пр}^{L_1} = K_{пр}^{L} + \alpha' \frac{L - L_1}{L}, \qquad (П.9.14)$$

где α' – параметр, учитывающий степень повышения сопротивления крепи в выработке, оформляемой в пределах зоны активных смещений пород.

9.9. Значения коэффициентов $K_в$, $K_у$, $K_к$, $K_{пр}^{L}$, $K_{т1}$, $K_{т2}$ и параметров α' и L приведены в табл. П.9.1, П.9.2 и П.9.3. Для упрощения расчетов табулированы также коэффициенты $K_п$ и $K_в$ (см. табл. П.9.4 и П.9.5).

9.9.1. При расчете сопротивления крепи в выработках, примыкающих к очистным забоям, в которых осуществляется разупрочнение кровли, коэффициент $K_в$ снижается на 10 %. Для выработок, пройденных на участках полной подработки, этот коэффициент можно уменьшить на 20 %.

9.9.2. При определении общего сопротивления поддерживающей крепи $P_{пI}$ коэффициент $K_у$ применяется только в случае расположения в выработке привода лавного конвейера, приводящего к необходимости перестановки стоек крепи по мере подвигания лавы. Причем, в выработках, закрепленных смешанной крепью (подпорная плюс анкерная), а также при применении гидравлических стоек для усиления основной крепи величину коэффициента можно уменьшать на 20–25 %. В расчетах несущей способности охранной крепи этот коэффициент рекомендуется применять во всех случаях.

9.9.3. Общее время для установления коэффициента $K_{т1}$ определяется суммированием продолжительности поддержания выработки до начала отработки I-й лавы (включая время на проведение) и впереди забоя этой лавы при ведении очистных работ. Общее время для определения коэффициента $K_{т2}$ включает время сохранения выработок до и в процессе отработки 2-й лавы.

Таблица П.9.1

Класс кровли по обрушаемости	Шаг вторичных обрушений основной кровли, м	L_1, м	Коэффициенты $K_в$	$K_у$	$K_к$
I – легкообрушаемая	4–6	100	I,I–I,2	I,2	0,4
II – среднеобрушаемая	8–12	150	I,3–I,4	I,4	0,6
III – труднообрушаемая	16–20	200	I,5–I,7	I,6	0,8

Таблица П.9.2

Коэффициенты	Способ создания выработки	Класс прочности вмещающих пород I	II
$K_{пр}^{L}$; α'	Перекрепление	0,55; 0,I4	0,60; 0,I8
	Проведение вприсечку и оформление вслед за лавой	0,60; 0,I4	0,65; 0,I8

9.10. Для расчета плотности соответствующей крепи необходимо иметь данные о несущей способности единицы крепления (стойки, рамы и др.). При этом сопротивление металлических стоек принимается по их технической характеристике, деревянных стоек и рам металлической арочной крепи – соответственно по табл. П.9.6 и П.9.7. Несущая способность рамы крепи МТПП в зависимости от сечения выработки составляет I5–20 тс, а рамы крепи КУ – 50 тс.

Сопротивление рамы деревянной трапециевидной крепи в основном определяется несущей способностью верхняка. При равномерно распределенной нагрузке по длине верхняка эта величина определяется зависимостью

Таблица П.9.3

Зависимость коэффициентов $K_{т1}$ и $K_{т2}$ от времени поддержания выработки и классе прочности вмещающих пород

Общее время поддержания выработки, мес	Коэффициенты			
	$K_{т1}$		$K_{т2}$	
	Класс прочности вмещающих пород			
	I	II	I	II
2	0,90	0,94	0,6I	0,5I
4	0,92	0,95	0,83	0,79
6	0,94	0,96	0,9I	0,89
8	0,96	0,98	0,95	0,94
I0	0,98	0,99	0,98	0,98
I2	I,00	I,00	I,00	I,00
I4	I,02	I,0I	I,02	I,02
I6	I,04	I,02	I,03	I,04
I8	I,06	I,04	I,04	I,05
20	I,08	I,05	I,05	I,06
22	I,I0	I,05	I,06	I,07
24	I,I2	I,07	I,07	I,08
26	I,I4	I,08	I,08	I,09
28	I,I6	I,I0	I,08	I,I0
30	I,I8	I,II	I,09	I,II
32	I,20	I,I2	I,I0	I,I2
34	I,22	I,I3	I,I0	I,I3
36	I,24	I,I4	I,II	I,I4
38	I,26	I,I6	I,I2	I,I4
40	I,28	I,I7	I,I2	I,I5
42	I,30	I,I8	I,I3	I,I6
44	I,32	I,I9	I,I3	I,I7
46	I,34	I,20	I,I4	I,I7
48	I,36	I,22	I,I5	I,I8
50	I,38	I,23	I,I5	I,I9
52	I,40	I,24	I,I6	I,20
54	I,42	I,25	I,I6	I,20
56	I,44	I,26	I,I7	I,2I
58	I,46	I,28	I,I8	I,22
60	I,48	I,29	I,I8	I,22

$$P = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot m_{изг} \sigma_{изг}}{4\ell}, \text{ кгс}, \qquad (П.9.I5)$$

где P – предельная нагрузка на верхняк, кгс;
d – диаметр верхняка, см;
$m_{изг}$ – коэффициент условий работы;
$\sigma_{изг}$ – расчетное сопротивление материала верхняка на изгиб, кгс/см^2;
ℓ – длина верхняка, см.

Для бревен, не имеющих врезок, в расчетном сечении $m_{изг}$ составляет I,2; $\sigma_{изг}$ для сосны можно принимать равным I30 кгс/см^2

Таблица П.9.4

Изменение коэффициента $K_п$ в зависимости от H и класса прочности вмещающих пород

H	$K_п$ при классе прочности пород		H	$K_п$ при классе прочности пород		H	$K_п$ при классе прочности пород	
	I	II		I	II		I	II
0,0	I,00	I,00	I,4	0,84	0,70	2,8	0,72	0,55
0,I	0,99	0,96	I,5	0,83	0,69	2,9	0,7I	0,54
0,2	0,97	0,94	I,6	0,82	0,68	3,0	0,70	0,53
0,3	0,96	0,9I	I,7	0,8I	0,66	3,I	0,69	0,52
0,4	0,95	0,89	I,8	0,80	0,65	3,2	0,69	0,52
0,5	0,94	0,87	I,9	0,79	0,64	3,3	0,68	0,5I
0,6	0,92	0,84	2,0	0,78	0,63	3,4	0,67	0,50
0,7	0,9I	0,82	2,I	0,77	0,6I	3,5	0,67	0,49
0,8	0,90	0,80	2,2	0,76	0,60	3,6	0,66	0,48
0,9	0,89	0,79	2,3	0,76	0,60	3,7	0,65	0,48
I,0	0,88	0,77	2,4	0,75	0,60	3,8	0,65	0,46
I,I	0,87	0,75	2,5	0,73	0,57	3,9	0,64	0,46
I,2	0,86	0,73	2,6	0,73	0,56	4,0	0,63	0,46
I,3	0,85	0,72	2,7	0,72	0,56			

9.II. Плотность соответствующей крепи определяется по формулам:

$$П_{вI} = \frac{P_{вI}}{P}, \text{ ст/м}; \qquad (П.9.I6)$$

$$П_{в2}^{L_1} = \frac{P_{в2}^{L_1}}{P}, \quad шт/м; \qquad (П.9.17)$$

$$П_{в2}^{L} = \frac{P_{в}^{L}}{P}, \quad шт/м; \qquad (П.9.18)$$

$$П_{у1} = \frac{P_{у1}}{P}, \quad шт/м; \qquad (П.9.19)$$

$$П_{у2} = \frac{P_{у2}}{P}, \quad шт/м; \qquad (П.9.20)$$

$$П_{о} = \frac{P_{о}}{P}, \quad шт/м, \qquad (П.9.21)$$

где $П_{в1}$, $П_{в2}^{L_1}$, $П_{в2}^{L}$, $П_{у1}$, $П_{у2}$, $П_{о}$ – плотность основной, усиливающей и охранной крепей первой и второй групп выработок, шт/м;

$P_{в1}$, $P_{в2}$, $P_{в2}$, $P_{у1}$, $P_{у2}$, $P_{о}$ – расчетное сопротивление основной, усиливающей и охранной крепей первой и второй групп выработок, тс/м;

P – несущая способность одной рамы, стойки, костра и др., тс.

Таблица П.9.6

Длина стойки, м	Сопротивление стойки (тс) при диаметре (см)					
	I2	I4	I6	I8	20	22
I,0	I0,0	I4,0	I8,0	23,0	30,0	36,0
I,5	8,0	I2,0	I7,0	22,0	28,0	34,0
2,0	7,0	I0,0	I5,0	20,0	25,0	32,0
2,5	6,0	9,0	I3,0	I8,0	23,0	29,0
3,0	-	7,0	II,0	I6,0	2I,0	27,0
3,5	-	6,0	9,0	I4,0	I9,0	24,0

Таблица П.9.5

Зависимость коэффициента $K_ш$ от ширины поддерживаемого пространства B_I

B_I, м	$K_ш$	B_I, м	$K_ш$	B_I, м	$K_ш$
I,0	0,50	4,2	I,03	7,4	I,36
I,2	0,55	4,4	I,05	7,6	I,38
I,4	0,59	4,6	I,07	7,8	I,40
I,6	0,63	4,8	I,II	8,0	I,4I
I,8	0,67	5,0	I,I2	8,2	I,43
2,0	0,7I	5,2	I,I4	8,4	I,45
2,2	0,74	5,4	I,I6	8,6	I,47
2,4	0,78	5,6	I,I8	8,8	I,48
2,6	0,8I	5,8	I,20	9,0	I,50
2,8	0,84	6,0	I,23	9,2	I,52
3,0	0,87	6,2	I,25	9,4	I,54
3,2	0,89	6,4	I,27	9,6	I,55
3,4	0,92	6,6	I,29	9,8	I,57
3,6	0,95	6,8	I,30	I0,0	I,58
3,8	0,98	7,0	I,32		
4,0	I,00	7,2	I,34		

Таблица П.9.7*

Площадь сечения арки крепи, м²	Тип крепи из спецпрофиля	Ширине выработки в свету, м	Предельная расчетная несущая способность, тс
5,6	СВП-I7	2,49	27
6,6	СВП-I7	2,85	23
7,5	СВП-I7	3,I7	22
8,5	СВП-22	3,42	28
I0,0	СВП-22	3,83	25
I2,5	СВП-27	4,33	30

* Данные ДонУГИ.

9.12. В качестве примеров произведен расчет параметров крепи бесцеликовых выработок по пластам Пятому, Четвертому и Мощному Воркутского месторождения.

9.12.1. Вынимаемая мощность пластов составляет соответственно 1,0; 1,5 и 3,2 м; угол падения - 15°. Кровля пластов Пятого и Четвертого относится к классу среднеобрушаемой, а пласта Мощного - к средне - и труднообрушаемой. Система разработки - длинные столбы по простиранию. Длина столбов - 1200 м. Длина лав по пластам Пятому и Четвертому - 150 м и пласту Мощному - 120 м. В лавах применяются комплексы "Донбасс", КМ-87Б и КМ-81Э. Среднемесячная скорость подвигания очистных забоев по пласту Пятому принята 60, а по пластам Четвертому и Мощному - 80 м.

9.12.2. На основании технико-экономического анализа по пластам Пятому и Четвертому принимается способ бесцеликовой подготовки с проведением конвейерных штреков в массиве и их поддержанием для повторного использования без перекрепления (см. рис. П.9.1). Порядок отработки смежных выемочных участков принимается последовательным. По пласту Мощному бесцеликовая подготовка осуществляется путем проведения вентиляционного штрека вприсечку к угольному массиву (см. рис. П.9.2) с оставлением оградительного целика шириной 2,0 м. Отставание забоя выработки от 1-й лавы принято не менее длины зоны активных смещений пород. Выработки пластов Пятого и Четвертого, прилегающие к выработанному пространству, относятся к первой группе и пласта Мощного - ко второй группе.

9.12.3. Для всех пластов принимается типовое сечение выработки с металлической арочной трехзвенной крепью на 8,5 м² в свету. Крепь готовится из спецпрофиля СВП-22. Способ проведения выработок-комбайновый. В соответствии с действующими нормативами скорость проведения выработок по пласту Пятому принимается 90, по пласту Четвертому - 140 и Мощному - 220 м в месяц. В качестве усиливающей крепи для поддержания конвейерного штрека пласта Пятого используются прогоны из деревянных стойках, а для штрека пласта Четвертого - крепь КУ конструкции ПечорНИИпроекта. Охранной крепью для обоих штреков является органная из деревянных стоек.

9.12.4. На рис. П.9.3, П.9.4, П.9.5 приведены для каждого пласта строение и прочность вмещающих пород, а также варианты расположения выработок относительно кровли и почвы. Там же даются ширина

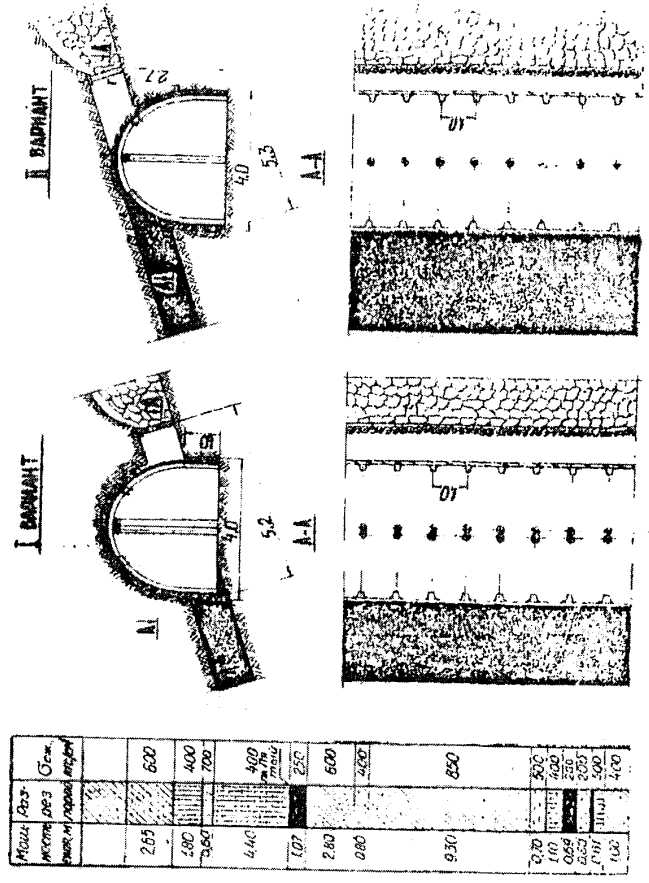


Рис. П.9.3. Разрез боковых пород пласта Пятого, варианты расположения конвейерного штрека и средства его поддержания под лавой №2.

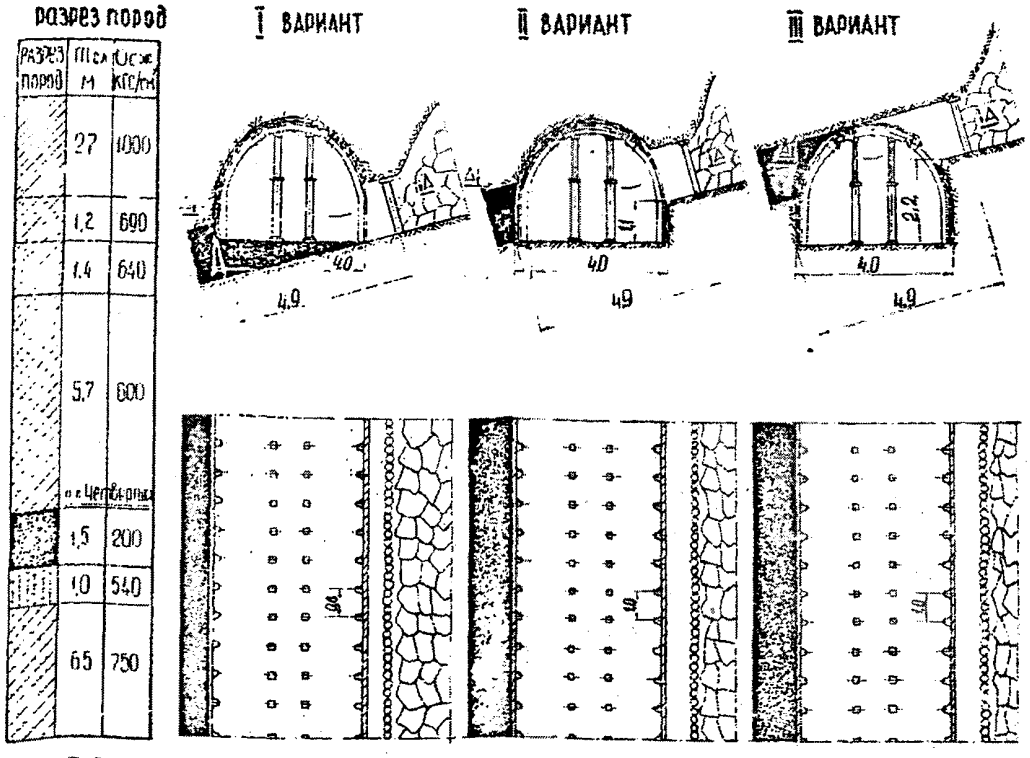


Рис. П.9.4. Строение и прочность боковых пород пласта Четвертого, варианты расположения конвейерного штрека относительно кровли и почвы пласта и средства поддержания выработки позади лавы

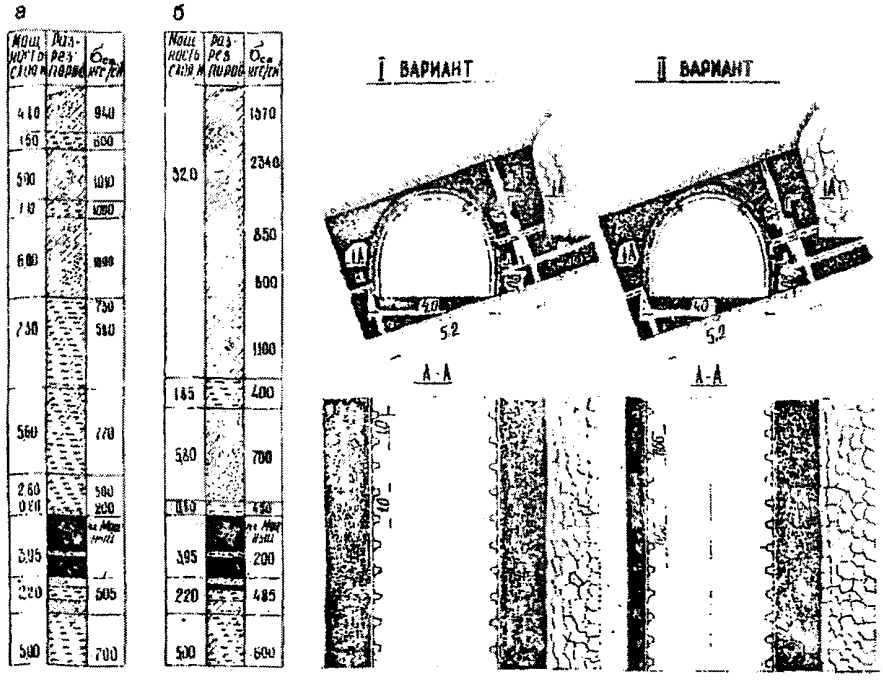


Рис. П.9.5. Необходимая плотность установки металлической арочной крепи в вентиляционном штреке пласта Мощного при среднеобрушаемой (а, I вариант) и труднообрушаемой (б, II вариант) кровлях

выработки вчерне B, ширине поддерживаемого пространства B_I и величина подрывки почвы h.

Для условий пласта Пятого расчетом анализируются два варианта проведения конвейерного штрека: со смешанной подрывкой и подрывкой только почвы. Во втором случае приводная головка лавного конвейера не выводится в штрек и стойки арочной крепи со стороны лавы не переставляются. По пласту Четвертому рассматриваются три варианта расположения штрека: с подрывкой только кровли, смешанной подрывкой и подрывкой только почвы. В последнем варианте приводная головка лавного конвейера будет размещаться в очистном забое. Вентиляционный штрек пласта Мощного приходится подностью по углю. Расчет параметров крепи этой выработки выполнен для условий средне- и труднообрушаемых кровель.

9.I2.5. Исходя из приведенных данных и физико-механических свойств пород для каждого варианта расположения выработок определяются средневзвешенная прочность на одноосное сжатие $\sigma_{сж.св}$ и класс прочности вмещающих пород

$$\sigma_{сж.св} = \frac{\sum_{i}^{n} \sigma_{сж.i} \cdot m_i}{\sum_{i}^{n} m_i}, \text{ кгс/см}^2, \qquad (П.9.22)$$

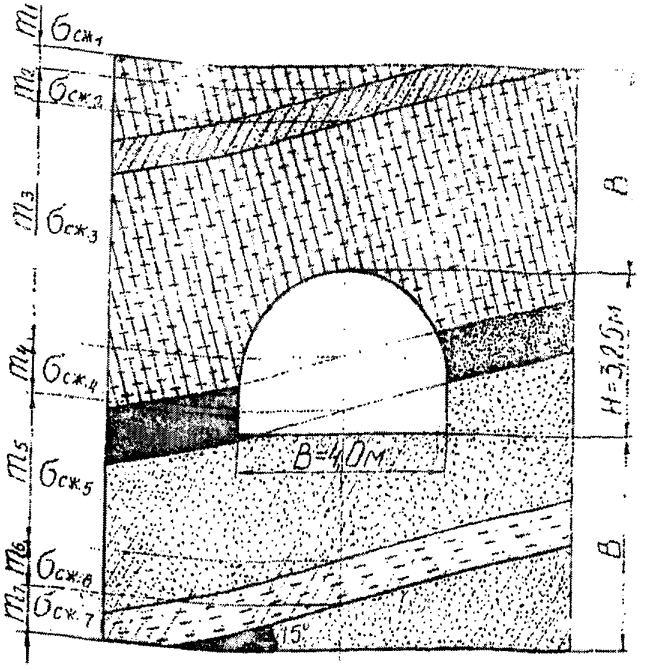
где $\sigma_{сж.i}$ – прочность на одноосное сжатие i-го слоя пород (угля), пересекаемого выработкой, а также в кровле и почве на глубину, равную ширине выработки, кгс/см^2;

m_i – мощность i-го слоя, м (мощность принимается по вертикальной оси выработки).

Пример расчета $\sigma_{сж.св}$ для первого варианта расположения конвейерного штрека пласта Пятого показан на рис. П.9.6. По данным расчета величина $\sigma_{сж.св}$ находится в пределах 450–700 кгс/см^2, следовательно, вмещающие выработку породы относятся ко П классу прочности.

9.I2.6. В зависимости от вынимаемой мощности пласта М по формуле (П.9.9) определяется величина коэффициента Кр. В соответствии с классом кровли по обрушаемости по табл. П.9.I принимается коэффициент Кв.

9.I2.7. Для каждого варианта расположения выработки по формуле (П.9.I2) вычисляется величина И и по табл. П.9.4 в соответствии с классом прочности вмещающих пород находится коэффициент Кп.



$$\sigma_{сж.св} = \frac{\sigma_{сж1} m_1 + \sigma_{сж2} m_2 + \sigma_{сж3} m_3 + \sigma_{сж4} m_4 + \sigma_{сж5} m_5}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5}$$

$$+ \frac{\sigma_{сж6} m_6 + \sigma_{сж7} m_7}{m_6 + m_7} = \frac{400 \cdot 0{,}45 + 700 \cdot 0{,}62 + 400 \cdot 4{,}54 + 250 \cdot 1{,}03}{0{,}45 + 0{,}62 + 4{,}54 + 1{,}03}$$

$$\frac{600 \cdot 2{,}89 + 400 \cdot 0{,}83 + 850 \cdot 0{,}89}{2{,}89 + 0{,}83 + 0{,}89} = 489{,}8 \text{ кгс/см}^2$$

Рис. П.9.6. Пример расчета средневзвешенной прочности вмещающих выработку пород

в зависимости от величины B_I по табл. П.9.5 устанавливается коэффициент $K_{пр}$ по табл. П.9.I и П.9.2 для соответствующих классов кровли по обрушаемости и классов прочности вмещающих пород определяются от величины коэффициентов K_y, $K_к$ и $K_{пр}^{t}$.

9.I2.8. Рассчитывается время поддержания штреков пластов Пятого и Четвертого впереди I-й лавы ($T_{общ.к}$) и время эксплуатации всех выработок позади I-й и при отработке 2-й смежных лав ($T_{общ.в}$)

$$T_{общ.к} = \frac{\ell}{2 V_{пр}} + t_1 + \frac{\ell}{2 V_{оч}}, \text{ мес;} \qquad (П.9.23)$$

$$T_{общ.в} = \frac{\ell}{V_{оч}} + t_2, \text{ мес,} \qquad (П.9.24)$$

где ℓ – длина столба по простиранию, м;

$V_{пр}$ – скорость проведения соответствующей выработки, м/мес;

$V_{оч}$ – скорость подвигания очистного забоя по соответствующему пласту, м/мес;

t_1 – время поддержания выработки после окончания ее проходки и до начала отработки I-й лавы, мес;

t_2 – время поддержания выработки после окончания отработки I-й лавы и до начала отработки 2-й смежной лавы, мес (t_1 и t_2 в расчетах приняты по 2 месяца).

Для примера определим время сохранения конвейерного штрека пласта Пятого впереди I-й лавы

$$T_{общ.к} = \frac{\ell}{2 V_{пр}} + t_1 + \frac{\ell}{V_{оч}} = \frac{I200}{2 \times 90} + 2 + \frac{I200}{2 \times 60} \cong I9 \text{ мес.}$$

9.I2.9. Исходя из данных о времени поддержания выработок и классов прочности вмещающих пород, по табл. П.9.3 определяются коэффициенты $K_{тI}$ и $K_{т2}$.

9.I2.I0. Рассчитываются необходимая несущая способность и плотность установки соответствующих крепей. При этом для конвейерных штреков по пластам Пятому и Четвертому используются формулы П.9.I, П.9.2, П.9.3, П.9.4, П.9.I6, П.9.I9, П.9.2I, а для вентиляционного штрека пласта Мощного – П.9.6 и П.9.I7. Необходимые данные и результаты всех расчетов сведены в табл. П.9.8. В скобки заключены принятые значения плотности соответствующих крепей

Таблица П.9.8

Показатели	Единица измерения	Пласты: Пятый, Варианты расположения выработок I	Пятый, II	Четвертый, I	Четвертый, II	Четвертый, III	Мощный, Класс кровли по обрушаемости II	Мощный, II
1	2	3	4	5	6	7	8	9
M	м	I,0		I,5			3,2	
Класс кровли по обрушаемости		II		II			-	
Сечение выработки в свету	$м^2$	8,5		8,5			8,5	
Вид основной крепи		Металлическая арочная из спецпрофиля СВП-22						
Сопротивление рамы	тс	28,0		28,0			28,0	
Вид усиливающей крепи		Деревянные стойки длиной 3,0 м диаметром 20 см		Крепь КУ			-	
Сопротивление стойки, рамы	тс	2I,0	2I,0	50,0			-	
Вид охранной крепи		Органная крепь из деревянных стоек длиной (м):					Угольный целик шириной 2,0 м	
		I,0	I,0	I,5	I,5	I,5		
		диаметром (см):						
		I6	I6	I8	I8	I8		
Сопротивление стойки	тс	I8,0	I8,0	22,0	22,0	22,0	-	
B	м	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
B_I	м	5,2	5,3	4,7	4,9	4,9	5,2	5,2
	м	I,0	2,7	0,0	I,I	2,2	0,8	0,8

Продолжение табл. П.9.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расположение приводной головки лавного конвейера		В штреке	В лаве	В штреке	В лаве	–	–	–
$\sigma_{ск.ов}$	кгс/см²	489,8	551,4	572,2	585,9	601,9	420,6	443,2
Класс прочности вмещающих пород		II	II	II	II	II	I	I
$К_р$		I,27	I,27	I,32	I,32	I,32	I,49	I,49
$К_в$		I,35	I,35	I,35	I,35	I,35	I,35	I,60
Н		I,00	2,70	0,00	0,74	I,47	0,25	0,25
$К_п$		0,77	0,56	I,00	0,81	0,69	0,97	0,97
$К_м$		I,I4	I,I5	I,09	I,I2	I,I2	I,I4	I,I4
Ку		I,4	I,4	I,4	I,4	I,4	I,4	I,6
$К_{к_L}$		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8
$К_{пр}$		–	–	–	–	–	0,60	0,60
$Т_{общ.к}$	мес	I9,0	I9,0	I4,0	I4,0	I4,0	–	–
$Т_{общ.В}$	"	22,0	22,0	I7,0	I7,0	I7,0	I7,0	I7,0
$К_{т1}$		I,05	I,05	I,0I	I,0I	I,0I	–	–
$К_{т2}$		I,07	I,07	I,05	I,05	I,05	I,04	I,04
$Р_{п1}$	тс/м	6I,4	32,2	96,5	80,4	48,9	–	–
$Р_{В1}$, $Р_{В2_L}$	"	2I,9	I6,I	32,5	27,I	23,I	27,0	36,I
$Р_{у1}$	"	39,5	I6,I	64,0	53,3	25,8	–	–
$Р_о$	"	97,3	99,2	I09,3	II3,9	II3,9	–	–
$П_{В1}$, $П_{В2_L}$	шт/м	0,78 (I,0)	0,58 (I,0)	I,I6 (I,25)	0,97 (I,0)	0,83 (I,0)	0,96 (I,0)	I,29 (I,5)
$П_{у1}$	"	I,90 (2,0)	0,76 (I,0)	I,28 (I,25)	I,07 (I,0)	0,52 (0,5)	–	–
$П_о$	"	5,4 (6,0)	5,5 (6,0)	5,0 (5,0)	5,2 (6,0)	5,2 (6,0)	–	–

9.I2.II. Данные табл. П.9.8 показывают, что при первом варианте расположения конвейерного штрека пласта Пятого с размещением в нем привода лавного конвейера поддержание выработки позади I-й лавы в течение двух лет с запасом более чем в I0 % обеспечивается арочной крепью с плотностью установки рам I шт. на I м и двумя рядами прогонов на деревянных стойках длиной 3,0 м, диаметром 20 см. При втором варианте расположения выработки общее сопротивление основной и усиливающей крепей требуется в I,9 раза меньше. Принятая плотность установки этих крепей обеспечивает I,5-кратный запас сопротивления.

Для сохранения конвейерного штрека пласта Четвертого необходимое сопротивление основной и усиливающей крепей в зависимости от подрывки боковых пород и расположения привода лавного конвейера должно составлять от 48,9 до 96,5 тс на I м. При первом варианте расположения выработки это достигается плотностью установки этих крепей по I,25 рамы на I м и при втором – по I,0 раме на I м. При третьем варианте необходимое сопротивление с запасом обеспечивается при плотности установки арочной крепи I,0 рама на I м и крепи КУ – 0,5 рамы на I м.

По пласту Пятому более целесообразно принять первый вариант подрывки боковых пород, а по пласту Четвертому – второй. Этим будет достигнуто сокращение длины нижней ниши за счет выноса приводной головки лавного конвейера в выработку и обеспечение хороших условий перегрузки угля с лавного на штрековый конвейер.

Безремонтное поддержание вентиляционного штрека пласта Мощного, пройденного вприсечку к угольному массиву, при среднеобрушаемых кровлях обеспечивается плотностью установки рам арочной крепи I шт. на I м. При труднообрушаемой кровле требуется возводить I,5 рамы на I м.

Минимально необходимые размеры нижних ниш

Комплект забойного оборудования			Характеристика концевых головок конвейера		Минимально необходимая длина, м							
					Характеристика сопрягаемой выработки							
					Любая		Трапециевидная деревянная		Сводчатая		Прямоугольная анкерная	Трапециевидная анкерная
Комбайн	Конвейер	Крепь	Количество приводов	Длина головки	Головка конвейера располагается в нише	Конвейер по верхней стороне штрека	2,3	2,8	Металлические арки 3,27	3,57	3,00	2,30
							Часть конвейера, выдвигаемая на штрек					
						0,80	I,I2	I,62	2,2I	2,5I	I,92	I,22
КЕ-IКГ	Т5, Т6, ТIО	ОМКТ										
-"-	КИ-3М	МК	2-4	2,29								
-"-	СП-63м	Индивидуальная			3,0 3,5	2,5	2,0	I,5	I,0	0,5 I,0	I,0 I,5	2,0
-"-	ТI2, СП-80	ОКП	2-4	2,45								
-"-	СПМ-8I	М-8I	2-4	2,62	3,5	2,5	2,0	2,0	I,5	I,0	I,5	2,0
IК-IСI-	СП-64	МК-97К	4-5	2,I8	3,0	2,5	2,0	I,5	I,0	0,5	I,0 I,5	2,0
	СП-63М	Индивидуальная	2-4	2,29								
ГШ-68	ТI2, СП-80	Любая для пластов средней мощности	2-4	2,45	3,5 3,0	2,5	2,0	I,5	I,0	I,0 0,5	I,5 I,0	2,0
-"-	СП-63М		2-4	2,29								
КШ-3М	СПМ-8I	М-8I	2-4	2,62	3,0	2,5	2,0	I,5	I,0	0,5	I,0	2,0
-"-	СУОКП	ОКП, 3ОКП, ОКП-70	2-4	2,47	3,0	2,0	I,5	I,0	0,5	Нет	0,5	I,0
2К-52	СПМ-87	М-87	2-4	2,29								
-"-	СП-63М	Индивидуальная	2-4	2,29	4,0	3,0	3,0 2,5	2,5	I,5	I,5	2,0	2,5
"Урал-2М"	СП-63М	-"-	2-4	2,29								

Минимально необходимые размеры верхних ниш

Комплекс забойного оборудования			Характеристика концевых головок конвейера		Минимально необходимая длина ниш, м						
					Характеристика сопрягаемой выработки						
Комбайн	Конвейер	Крепь	Количество приводов	Длина головки	Любая	Трапециевидная деревянная		Сводчатая		Прямоугольная анкерная	Трапециевидная анкерная
					Головка конвейера располагается в нише			Металлические арки			
						2,3	2,8	3,27	3,57	3,0	2,30
						Часть конвейера, выдвигаемая на штрек					
						I,55	2,05	2,64	2,94	2,35	I,65
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
КШ-IКГ	T5, T8, TI0	ОМКТ	2	0,30	3,5	2,0	I,5	I,0	0,5	I,0	2,0
-"-	КМ-3М	МК	2	0,30							
-"-	СПМ-8I	М-8I	2	I,32	4,0	2,5	2,0	I,0	I,0	I,5	2,0
	СП-63М		2	I,I0							
-"-	СП-63	Индивидуальная	2	I,89	4,5	3,0	2,5	2,0	I,5	2,5	3,0
КШ-IКГ	КИ-3М	МК	3-4	2,29	5,0	3,5	3,0	2,0	2,0	2,5	3,0
-"-	Т-I2;СП-80	ОКП	3-4	2,45				2,5			3,5
КШ-3М	СПМ-8I	М-8I	2	2,62	4,0	2,5	2,0	I,5	I,0	I,5	2,5
				I,32	2,5	I,0	0,5	-	-	-	I,0
-"-	СУ-ОКП	ОКП, 3ОКП, ОКП-70 (с приводами ПКУ.0I и ПКП)	2	2,56	4,0	2,5	2,0	I,5	I,0	I,5	2,5
				I,7	3,0	I,5	I,0	-	-	-	I,0
			I								
2К-52	СП-63М	Индивидуальная	2	I,I0	4,5	3,0	2,5	2,0	2,0	2,5	3,0
-"-	СП-63	Индивидуальная	2	I,89	5,5	4,0	3,5	3,0	2,5	3,0	4,0
-"-	СП-63М	Индивидуальная	3-4	2,29	6,5	5,0	4,5	4,0	3,5	4,0	5,0
-"-	СПМ-87	М-87	3-4	2,29							
"Урал-2М"	СП-63М	Индивидуальная	2	I,I0	6,0	4,5	4,0	3,5	3,0	3,5	4,5
-"-	СП-63	Индивидуальная	2	I,89	6,5	5,0	4,5	4,0	4,0	4,5	5,0
-"-	СП-63	Индивидуальная	3-4	2,29	7,0	5,5	5,0	4,5	4,0	5,0	5,5
IК-I0I	СП-63М	Индивидуальная	2	I,I0	6,0	4,5	4,0	3,0	3,0	3,5	4,0
-"-	СП-63	Индивидуальная	2	I,89	6,5	5,0	4,5	4,0	3,5	4,5	5,0
-"-	СП-64	МК-97Ж	4-5	2,I8	7,0	5,5	5,0	4,5	4,0	4,5	5,5
-"-	СП-63М	Индивидуальная	3-4	2,29							

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
РК-68	СП-63М	Любая для пластов средней мощности	2	I,I0	2,0	0,5	-	-	-	-	0,5
-"-	СП-63М		3-4	2,29	3,0	I,5	I,0	0,5	0,5	I,0	I,5
-"-	ТI2, СП-80		3-4	2,45							
				Для верхних ниш в лавах с двумя комбайнами							
КШ-IКТ	Т5, Т8, ТI0, ТI2	ОМКТ, ОКП	2	0,30	I,0	-	-	-	-	-	-
	КМ-3М	МК	2	0,30							
-"-	СП-63М	Индивидуальная	2	I,I0	2,0	0,5	-	-	-	-	0,5
	СП-63М	Индивидуальная	3-4	2,29	3,0 / 3,5	I,5	I,0	0,5	- / 0,5	I,0	I,5
-"-	КМ-3М	МК	3-4	2,29							
	СПМ-8I	М-8I	3-4	2,62							
	ТI2, СП-80	Любая	3-4	2,45							
2К-52	СП-63М	Индивидуальная	2	I,I0	2,5	I,0	0,5	-	-	0,5	I,0
-"-	СП-63	Индивидуальная	2	I,89	3,5	2,0	I,5	I,0	0,5	I,0	2,0
-"-	СП-63М	Индивидуальная	3-4	2,29	4,0	2,5	2,0	I,5	I,0	I,5	2,5
-"-	СПМ-87	М-87	3-4								
IК-I0I	СП-63М	Индивидуальная	2	I,I0	2,0	0,5	-	-	-	-	0,5
-"-	СП-63	Индивидуальная	2	I,89	2,5	I,5	I,0	-	-	0,5	I,0
-"-	СП-64	МК-97К	4-5	2,I8	3,0	I,5	I,0	0,5	- / 0,5	I,0	I,5
-"-	СП-63М	Индивидуальная	4	2,29							

Список литературы

I. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М., "Недра", 1976. 400 с.

2. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. М., "Недра", 1976. 303 с.

3. Формы технической и учетно-контрольной документации угольных (сланцевых) шахт. М., ротапринт ИГД им. А.А.Скочинского, 1975. 415 с.

4. Методическое руководство по совершенствованию производства на шахтах отрасли на основе разработки и внедрения технологических картограмм и карт организации труда. Сер. "Экспресс-информация". М., ЦНИЭИуголь, 1977. 28 с.

5. Методические указания по составлению прогнозных геологических паспортов на очистные забои. Воркута, фонды Печоруглеразведки. 1978. 27 с. (Гонобоблев Ю.Н., Лопуха В.П., Родионов Н.Г., Копченов В.Ф., Марков В.И.)

6. Основные положения применения механизированных комплексов в очистных забоях угольных шахт. М., изд. ИГД им. А.А.Скочинского, 1973, 8 с.

7. Сборник инструкций и других нормативных документов по технике безопасности для угольной промышленности. М., "Недра", 1978. 744 с.

8. Технологические схемы очистных и подготовительных работ на угольных шахтах. М., "Недра", 1971. 288 с.

9. Технологические схемы подземного транспорта выемочных участков на угольных шахтах. М., ротапринт ИГД им. А.А.Скочинского, 1972. 94 с.

10. Временная инструкция по выбору способов и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках. Л., МУП СССР, ротапринт ВНИМИ, 1976. 142 с.

11. Слесарев В.Д. Управление горным давлением при разработке угольных пластов Донецкого бассейна. М.-Л., Углетехиздат, 1952. 378 с.

12. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах, ч. III. М., ротапринт ИГД им. А.А.Скочинского, 1977. 270 с.

13. Альбом схем крепления сопряжений очистных забоев с прилегающими выработками на шахтах объединения "Интауголь". Инта, ПО "Интауголь", 1978. 51 с.

14. Временное руководство по проведению, креплению и охране одиночных выработок на шахтах комбината "Воркутауголь". Воркута, ротапринт ПечорНИИпроекта, 1973. 31 с.

15. Рекомендации по расчету параметров паспортов управления кровлей в очистных забоях. Воркута, ротапринт ПечорНИИпроекта, 1972. 33 с.

16. Методические положения по составлению геологической службой горно-геологического прогноза при проведении подготовительных выработок на шахтах Министерства угольной промышленности СССР. Л., ротапринт ВНИМИ, 1977. 10 с.

17. Перечень обязательных для исполнения угледобывающими и шахтостроительными предприятиями Печорского бассейна мероприятий, разработанных Управлением Печорского округа Госгортехнадзора СССР на основе анализа причин производственного травматизма и аварий. Воркута, ротапринт ИВЦ объединения "Воркутауголь", 1974. 27 с.

18. Рекомендации по расчету параметров паспортов управления кровлей в очистных забоях объединения "Интауголь". Воркута, ротапринт ПечорНИИпроекта, 1977. 55 с.

19. Рекомендации по прогнозной оценке условий отработки лав пологих пластов Донбасса и выбору рациональных способов и средств их крепления. Ростов-на-Дону, ротапринт ДонбасНИИА, 1977. 53 с.

20. Временное руководство по расчету первичного и последующего шагов обрушения пород кровли при разработке угольных пластов длинными столбами по простиранию в условиях Кузбасса. Кемерово, ротапринт ВостНИИ, 1973. 27 с.

21. Типовые паспорта управления кровлей, крепления лав и сопряжений при выемке угля механизированными комплексами на шахтах Кузнецкого бассейна. Кемерово, ротапринт ВостНИИ, 1969. 41 с.

22. Рекомендации по креплению сопряжений лав индивидуальной металлической и анкерной крепью. Донецк, ротапринт ДонУГИ, 1972. 30 с.

23. Указания по выбору рациональных схем, средств крепления и основных параметров управления кровлей в очистных забоях шахт Карагандинского бассейна. Караганда, ротапринт КНИУИ, 1971. 25 с.

24. Ковригин А.К., Яковлев Н.И., Бардин В.М., Щербин Н.Н. Методика обоснования параметров крепи и типовые паспорта крепления лав и их сопряжений с примыкающими выработками на шахтах Кузнецкого бассейна. Прокопьевск, изд. КузНИУИ, 1969. 134 с.

25. Указания по особым требованиям к крепям на пластах с тяжелыми кровлями. Ленинград, ротапринт ВНИМИ, 1970. 136 с.

26. Кравченко В.И. Предупреждение завалов очистных забоев. М., "Недра", 1970. 200 с.

27. Давидянц В.Т. Совершенствование способов и средств управления кровлей и крепления при разработке угольных пластов Донецкого бассейна. М., "Недра", 1970. 271 с.

28. Руководство по управлению кровлей и креплению очистных забоев на пластах с углом падения до 35°. Донецк, ротапринт ДонУГИ, 1976. 108 с.

29. Широков А.П., Писляков Б.Г. Расчет и выбор крепи сопряжений горных выработок. М., "Недра", 1978. 304 с.

30. Гусельников Л.М. Исследование проявлений горного давления и устойчивости кровли в очистных забоях при различных скоростях подвигания и средствах поддержания призабойного пространства. В кн.: Технология добычи и обогащения угля в Печорском бассейне, вып. 6. М., "Недра", 1970, с. 17-30.

31. Гурьянов В.В., Шишкин В.П., Гусельников Л.М. Исследование проявлений горного давления при труднообрушаемых кровлях. М., изд. ЦНИЭИуголь, 1976, с. 56.

32. Шишкин В.П., Гусельников Л.М., Допухов Н.М. Совершенствование схем крепления концевых участков очистных забоев при бесцеликовой подготовке. В кн.: Бесцеликовая отработка угольных пластов в условиях Печорского бассейна". М., "Недра", 1978, с. 74-84.

33. Допухов Н.М. К вопросу определения несущей способности крепей в подготовительных выработках на границе с обрушенным пространством. В кн.: Технология добычи и обогащения углей в Печорском бассейне. М., "Недра", 1978, с. 51-70.

34. Сборщик М.П., Люев А.И., Сарамунд Б.Д. Влияние времени подхвата кровли на предотвращение обрушений пород в лавах с индивидуальной крепью. - "Уголь Украины", 1976, № 11, с. 18-19.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

1. Содержание технической документации, регламентирующей производство работ по управлению кровлей и креплению в очистных выработках 4
2. Основные положения по выбору способов управления кровлей в очистных забоях..... 6
3. Классификация кровель 6
4. Выбор крепи для очистного забоя 9
5. Выбор основных элементов паспорта крепления очистного забоя с индивидуальной крепью I2
6. Расчет необходимой плотности забойной и посадочной крепей I3
7. Выбор параметров крепи и основных элементов паспорта крепления очистного забоя с механизированной крепью I5
8. Управление кровлей и крепление в лавах со сложными горно-геологическими и горнотехническими условиями I7
9. Выбор средств и схем крепления концевых участков I9
I0. Рекомендации по выбору схем и средств извлечения металлической крепи из погашаемых выработок 30

Приложения 35

Приложение 1. Прочностные показатели защитных угольных пачек и устойчивые площади обнажения кровли в бесстоечном пространстве лав основных шахтопластов Интинского месторождения..... 36

Стр.

Приложение 2. Основные признаки угольных пластов с труднообрушаемыми кровлями, подлежащими разупрочнению 38

Приложение 3. Методика определения прочности почвы в очистных забоях 4I

Приложение 4. Рекомендации по выбору рациональных видов индивидуальной крепи 43

Приложение 5. Схемы паспортов крепления и управления кровлей в очистных забоях с использованием шарнирных верхняков и устройств для их консольной навески 45

Приложение 6. Примеры расчета плотности забойной и посадочной крепи в очистных выработках 50

Приложение 7. Формулы для расчета основных параметров проявления горного давления 53

Приложение 8. Расчет несущей способности крепи сопряжений очистных забоев с подготовительными выработками 55

Приложение 9. Методика расчета несущей способности крепи в подготовительных выработках, расположенных на границе с выработанным пространством 58

Приложение I0. Минимально необходимые размеры ниш.. 69

gost.e-ecolog.ru