РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАЗРАБОТКЕ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПРОКОПЬЕВСКО-КИСЕЛЕВСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
Ордена Ленина Всесоюзное промышленное объединение "Кузбассуголь"

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт (КузНИУИ)

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер
ПО "Кузбассуголь"
В.М.Абрамов
2.03 1983 г.

Технический директор
п/о "Прокопьевскуголь"
В.И.Черемнов
1983 г.

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
ПО РАЗРАБОТКЕ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПРОКОПЬЕВСКО-КИСЕЛЕВСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА

Прокопьевск 1983

УДК 622,273.031.4 (971.17)

Рекомендации по разработке мощных угольных пластов Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса. - Прокопьевск, 1983. - 101 с.

В работе рассмотрены вопросы более совершенной технологии отработки пластов с углами падения свыше 35^0, в том числе с применением твердеющих смесей. Рассмотрены основные системы разработки и способы выемки угля в широком диапазоне угольных пластов по мощности.

Даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологии выемки угля и средств механизации.

Рекомендации составили кандидаты техн.наук Н.С.Арсенов, А.И.Петров и д.т.н., проф. А.П.Широков.

(с) Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт (КузНИУИ), 1983 г.

I. ВВЕДЕНИЕ

XXУI съезд КПСС поставил перед угольной промышленностью важные задачи по дальнейшему увеличению добычи угля и улучшению технико-экономических показателей работы шахт.

Широкое внедрение комплексных средств механизации выемки угля на пластах пологого падения и анкерной крепи, которой в Кузбассе ежегодно крепится около 400 тыс.м подготовительных выработок, позволило резко сократить расход крепежного леса.

Так, по Кузнецкому бассейну расход леса на 1000 т добычи по сравнению с 1961 г. снижен с 50,8 до 17,6 $м^3$, а по Ленинск-Кузнецкому месторождению, где наиболее широко внедрены комплексные средства механизации, - с 47,4 до 8,3 $м^3$.

Но на пластах с углами падения свыше 35^0 производительность очистных забоев и труда рабочих растет медленнее. Это объясняется, с одной стороны, недостаточным объемом внедрения комплексных средств механизации, а с другой - ограниченным объемом их внедрения из-за сложных горно-геологических условий.

Созданные за последнее время комплексные средства механизации для работы на крутом падении (2КГД, КГУ, АЩ - конструкции ДонУГИ) для тонких пластов, (КПК - конструкции КузНИУИ и АК-3 - конструкции Гипроуглемаша и КузНИУИ) для пластов средней мощности только начали внедряться и не оказали существенного влияния на повышение производительности труда в целом по шахте и району.

Расширение области применения по углу падения комплексов КМ-81, КМ-87ДН, МК, ОКП-70 позволило в ряде случаев существенно повысить нагрузку на забой.

Так, на шахте "Киселевская" п/о"Прокопьевскуголь" при отработке пластов с углом падения $35-45^0$ среднесуточная нагрузка на комплекс КМ-81 возросла за 1975-1979 гг. до 587 т.

Одним из важных факторов повышения производительности и безопасности труда при отработке крутых пластов в сложных горно-геологических условиях может явиться широкое внедрение безлюдной выемки, в том числе с отбойкой угля гидравлическим способом с использованием струй воды высокого давления.

При совершенствовании технологии выемки угля с полной закладкой выработанного пространства важным направлением является разработка и внедрение технологии выемки угля с применением твердеющей закладки, создание искусственной кровли при отработке мощных крутых пластов горизонтальными и наклонными слоями сверху вниз.

Заслуживает более широкого внедрения анкерная крепь в подготовительных выработках, а также монтажных камерах при монтаже механизированных комплексов, сопряжений лав со штреками, для удержания межгоризонтных целиков угля и т.д.

В настоящее время анкерная крепь широко внедрена в Кузнецком бассейне, где ею ежегодно крепится 50% общего объема выработок в отрасли, закрепленных анкерами, а эффективность от ее внедрения составила уже более 70 млн.руб.

2. КРЕПЛЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ ВЫРАБОТОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАСТОВ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Выработки основного направления наиболее целесообразно крепить металлической рамной или комбинированной крепью в сочетании с анкерной. Для повышения несущей способности рамной металлической крепи следует использовать замки ЗМК конструкции КузНИУИ, состоящие их двух полускоб с фигурными планками и двух продольных прижимных планок.

Для крепления породных горизонтальных выработок следует шире применять набрызг-бетон в сочетании с анкерной крепью (рис.2.I). В этом случае по сравнению с монолитным бетоном трудоемкость возведения крепи снижается в I,7-2,3 раза.

Горизонтальные подготовительные выработки, пройденные по угольному массиву следует крепить анкерами с использованием двух полуподхватов из швеллера № I0 или I2. Выработки в этом случае должны иметь арочную форму, а полуподхваты в районе свода выработки соединяться анкером, который одновременно пропускается через два отверстия сопряженных полуподхватов.

Восстающие круглой или арочной формы следует крепить деревянными анкерами с металлической сеткой (рис. 2.2,а,д), а горизонтальные на пластах мощностью до 2 м крепить анкерами с использованием гибких подхватов и металлической сетки или стеклоткани (рис.2.2, б,в,г,е,ж,з). Выработки, как правило, следует проходить без подрывки боковых пород, а гибкие подхваты располагают со стороны неустой-

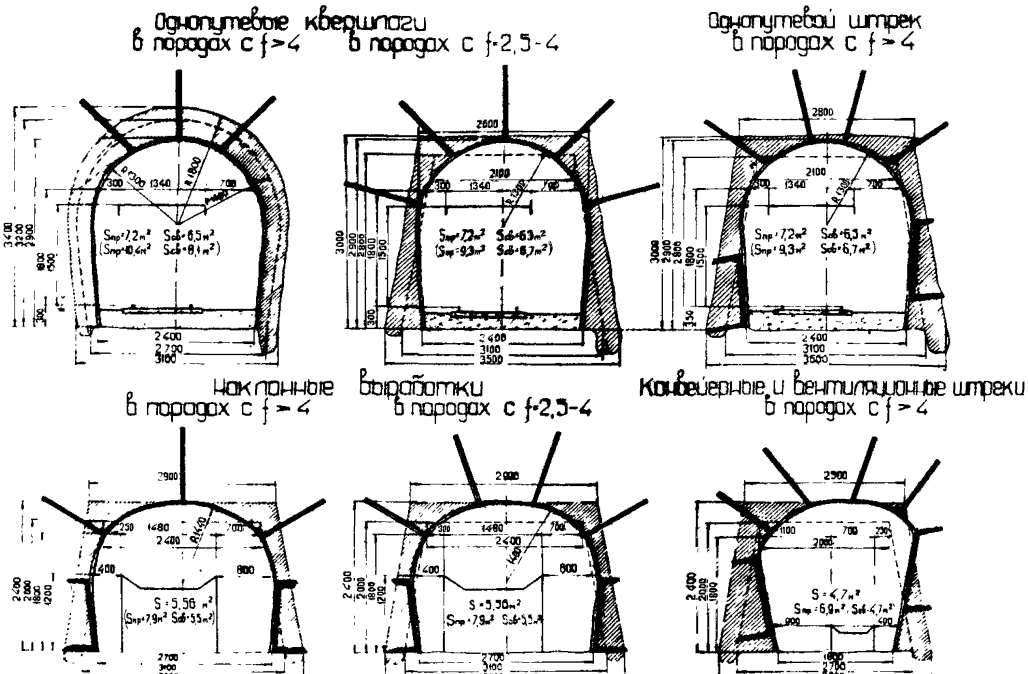


Рис.2.1. Рекомендуемые варианты крепления выработок, пройденных по породе, набрызг-бетоном в сочетании с анкерной крепью

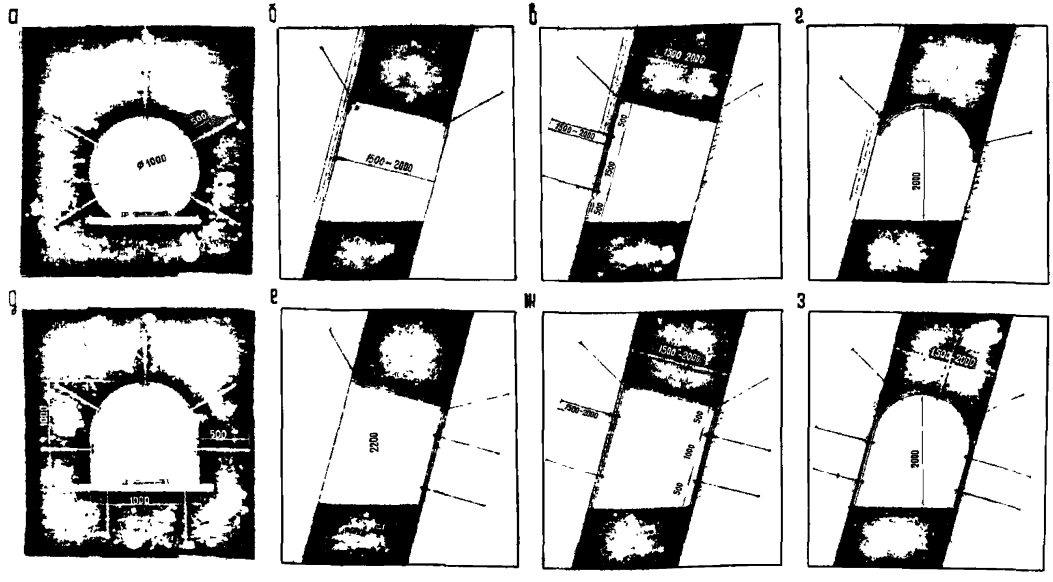


Рис. 2.2. Рекомендуемые варианты крепления восстающих анкерной крепью: а,д - ходовые печи, пройденные соответственно выбуриванием и буровзрывным способами и закрепленные деревянными анкерами с металлической сеткой; б,в,г,е,ж,з - то же, горизонтальных выработок с использованием металлических полос и сетки

чивых пород. Там, где восстающие подвергаются значительному горному давлению, рекомендуется применять гибинговую крепь из угле-пласта, которая имеет преимущества по сравнению с деревянной:

- обладает высокой несущей способностью до 1400 кН/м^2.

- увеличивает производительность труда рабочих в 2-3 раза, при возведении с передвижного полка опускным способом с помощью установки УВТ - в 4-5 раз;

- требует для доставки в 3-4 раза меньше транспорта на один и тот же объем крепления;

- исключает разборку крепи при ведении очистных работ, что повышает производительность труда по добыче угля на 5-9%;

- значительно сокращает количество случаев забучивания выработок, что снижает ежемесячные потери рабочего времени в очистных забоях на 6-9%.

Для крепления углеспускных печей, проходимых в устойчивом угольном массиве, могут использоваться деревянные анкеры из натуральной или прессованной древесины с опорной плиткой увеличенных размеров (рис.2.3,а) [1] , а для крепления углеспускных бункеров - анкерная крепь с составными подхватами (рис.2.3,б) [2] .Анкер (рис.2.3,а) состоит из деревянного стержня I, имеющего на одном конце клинощелевой замок 2, а на другом - посаженную с натягом металлическую втулку 3, к которой приварена опорная плитка 4. Диаметр стержня принимается на 3-4 мм большим, чем внутренний диаметр втулки, что обеспечивает при запрессовке втулки на стержень при высоте ее 100-150 мм прочность закрепления 15-20 кН.

Крепь для крепления углеспускных бункеров состоит из двух полуподхватов I, двух боковых полуподхватов 2 и анкеров 3. Основные I и боковые 2 полуподхваты выполнены с отверстиями 4 под анкеры 3 (рис.2.3,б). При этом с боковых сторон в каждом основном полуподхвате отверстия под анкеры располагаются на небольшом расстоянии. Боковые подхваты 2 крепятся к основным наложением одного на другой и скреплением их анкерами 3. Основные полуподхваты I устанавливаются в кровле выработки на всю ее ширину и отгибаются на боковые стенки, на которых сочленяются с боковыми полуподхватами.

Для крепления сопряжений ходовых печей I, закрепленных деревянными анкерами 2 с металлической сеткой 3, с горизонтальной выработкой сбойкой 4, закрепленной деревянной рамной крепью 5, рекомендуется использовать гибкие металлические подхваты 6, прикрепляемые к горному массиву анкерами 7, огибая угли сопрягаемых выработок (рис.2.4) [3] . Горные породы под металлическими подхватами 6 всплошную перетягиваются металлической сеткой 3 или деревянными затяжками.

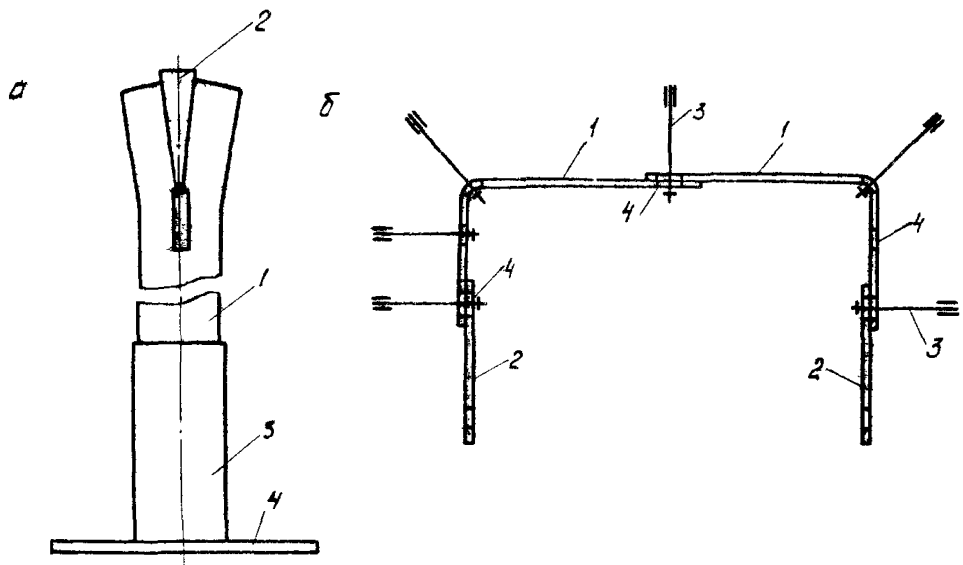


Рис. 2.3. Конструкции анкерной крепи для крепления выработок, пройденных в устойчивом угольном массиве:
а - углеспускных печей; б - углеспускных бункеров

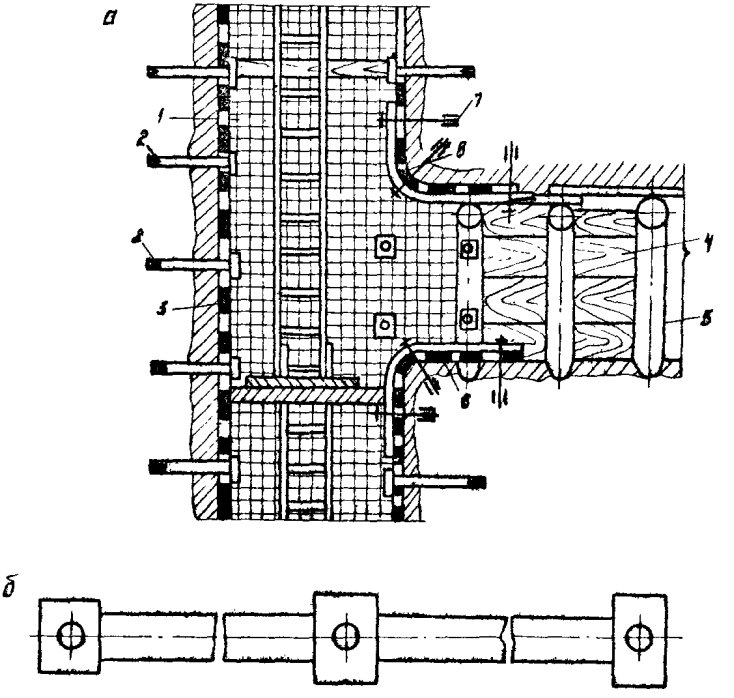


Рис.2.4. Схема крепления восстающей с горизонтальной с использованием гибких металлических подхватов (а), конструкция гибкого подхвата (б)

3. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ, ЗАЛЕГАЮЩИХ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

3.1. Общие сведения о тектонической нарушенности угольных пластов

В Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса сосредоточено 27 рабочих пластов. Мощность их колеблется от 0,7 до 20 м, а в замках складок достигает 60 м. Около 60% составляют мощные пласты, в том числе 42% - мощностью более 6 м. Наиболее мощными пластами являются IУ Внутренний (3,5-II,I м), Горелый (4,5-I3,4 м) и Мощный (5,4-I9,8 м), на которые приходится 37% всех запасов района. Запасы в крутых пластах составляют более 87%.

Боковые породы сложены песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Основные тектонические структуры представлены серией крупных линейно вытянутых брахискладок с крутыми углами падения крыльев и большим количеством разрывных нарушений. Основной формой складчатой структуры района являются синклинали (притырганская, нулевые I,П,Ш, IУ,У,УI) с разделяющими их антиклиналями. Антиклинальные складки сопровождаются в основном крупными тектоническими разрывами.

Крылья складок имеют угол падения 60-70^0, местами 30-40^0. Нередко на крыльях основных складок встречаются изгибы пласта и небольшие дополнительные складки. Оси брахисинклиналей погружаются под углом I0-25^0 на северо-запад в Прокопьевском месторождении и на юго-восток - в Киселевском. Из всего объема теряемых запасов в Кузбассе на этот район приходится более 50%.

На шахтах района встречаются почти все виды геологических нарушений.

На ряде шахтных полей пласты залегают на расстоянии I-I0 м друг от друга, что значительно усложняет их подготовку и разработку В подсвитах весьма сближенные пласты залегают отдельными группами, состоящими из чередующихся между собой тонких и мощных пластов.

Наличие перемятого угля, сближенных пластов, антиклинальных и синклинальных складок в значительной степени осложняет выемку и снижает безопасность ведения очистных работ. Раньше отработка нарушенных участков пластов производилась преимущественно длинными столбами по простиранию со стоечной крепью, либо нарушенные

участки списывались.

За последнее время достигнуты некоторые успехи по отработке таких участков: на пластах средней мощности накоплен опыт прохождения нарушенных участков комплексами КПК, агрегатами АК-3; на мощных крутонаклонных и крутых пластах более рационально используются щитовая система и комбинированная система разработки с гибким металлическим перекрытием и т.д.

3.2. Разработка нарушенных участков пластов буровзрывным способом без крепления призабойного пространства

Разработка нарушенных участков пластов мощностью 3,5-10 м с углом падения 40-90^0 буровзрывным способом может производиться подэтажными штреками без крепления призабойного пространства в соответствии с инструкцией по безопасному применению нетиповых систем разработки в сложных горно-геологических условиях Кузнецкого бассейна, разработанной КузНИУИ. Эту систему разработки рекомендуется применять в зонах нарушений с амплитудой смещения более 2 м, а также при диагональном расположении нарушений.

Параметры системы разработки применяются исходя из конкретных горно-геологических условий с учетом устойчивости угля и вмещающих боковых пород. Высоту подэтажа рекомендуется принимать не более 40 м, расстояние между подэтажными штреками-4-5 м. Шаг посадки кровли устанавливается опытным путем в зависимости от устойчивости боковых пород и обычно составляет 8-12 м. Ширина посадочных целиков угля принимается 2-3 м.

Подготовка пластов мощностью до 6 м к выемке производится проведением откаточного и вентиляционного штреков у почвы пласта на длину выемочного поля. На пластах угля, склонных к самовозгоранию, выемочные поля разделяются на выемочные блоки длиной 100-150 м с оставлением между ними целиков угля шириной 6-8 м.

Подготовку к выемке самовозгорающихся пластов мощностью более 6 м рекомендуется осуществлять по полевой схеме с разделением выемочного поля блоковыми квершлагами на изолированные выемочные блоки длиной 100-150 м с проведением полевых откаточного и вентиляционного штреков в породах почвы пласта на расстоянии 10-18 м.

Отработка подэтажей в этаже производится в нисходящем порядке с опережением верхним нижнего не менее чем на 15 м. Очистные работы в этаже начинаются с проведения разрезной щели на полную мощность

пласта. При неустойчивой кровле допускается оставление пачки угля мощностью до I м. Отбойка угля производится буровзрывным способом: при слабой кровле – лентами из подэтажных штреков, при устойчивой – блоковым обрушением. Управление кровлей – обрушением путем взрывания зарядов ВБ, расположенных в наклонных скважинах, пробуренных из подэтажных штреков.

Так, например, системой разработки ПШО на шахте "Краснокаменская" п/о "Прокопьевскуголь" отработан пласт Двойной мощностью 4,2-5 м с углом падения 24-60°. Выемочный участок длиной по простиранию пласта 400 м был осложнен рядом крупных дизъюнктивных нарушений с амплитудой взброса до 28 м. В кровле пласта залегал аргиллит, в почве – прослоек углистого аргиллита мощностью 0,2 м, далее аргиллит мощностью 0,4 м. Основная почва пласта – песчаник.

Выемка угля начиналась с проведения разрезной щели у границы посадочного целика угля. Для этой цели буровзрывным способом по скважине в нисходящем порядке из подэтажных штреков вынималась лента угля шириной I,5 м, затем производилась выемка угля лентами шириной I м, для чего из подэтажных штреков веерообразно в одной плоскости бурились скважины. Взрывание осуществлялось сериями в направлении от вентиляционного к откаточному горизонту.

Управление кровлей производилось самоперепуском пород с верхнего горизонта с частичным самообрушением боковых пород. Перед обрушением кровли в подэтажных штреках выкладывались деревянные костры.

При данной технологии отработки нарушенного участка пласта были получены следующие технико-экономические показатели:

	январь	февраль
добыча угля в месяц, т	6580	7488
объем проведения подготовительных выработок на 1000 т добычи, м	32,5	36,7
производительность труда рабочих по участку в месяц, т	60,8	87
расход леса на 1000 т добычи, м³	25,3	25
себестоимость 1т угля по участку, руб.	5,03	4,24

На шахте им.Вахрушева в Кузбассе с применением системы разработки подэтажных штреков было отработано тектонически сильно нарушенное западное крыло пласта Мощного (рис.3.I), который на выемочном участке имел мощность 0,5-8,5 м, угол падения 50-85°. Пласт в нижнем подэтаже состоял из двух сближенных угольных пачек. Коэффициент крепости угля 0,8-I. В местах нарушений уголь был сильно перемят, имел склонность к высыпанию. В пласте встречались

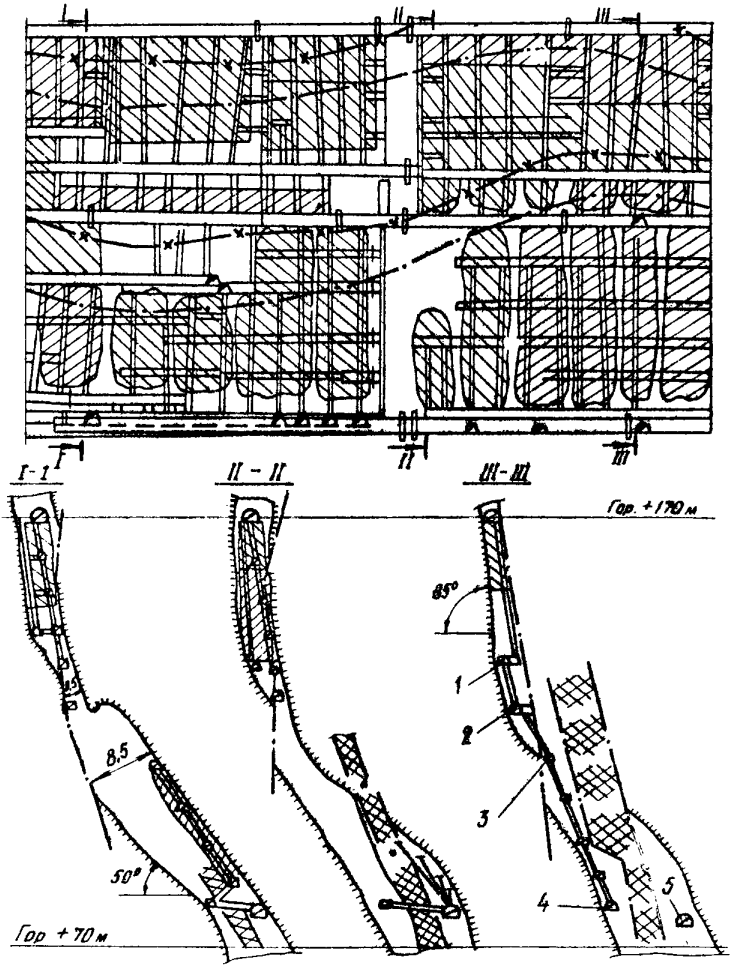


Рис. 3.I . Выкопировка с плана горных работ пласта Мощного шахты им. Вахрушева

I - вентиляционный штрек; 2,3,4 - подэтажные штреки; 5 - откаточный штрек

линзовидные включения колчедана и минерализованного песчаника мощностью 0,2-0,4 м. Непосредственная кровля пласта мощностью 1,5 м сложена темно-серым алевролитом с коэффициентом крепости 6, основная - крепким песчаником с коэффициентом крепости 8-10. Непосредственная почва пласта сложена слабоустойчивым аргиллитом с коэффициентом крепости 3-4.

Длина выемочного участка по простиранию пласта равнялась 340 м, по падению - 110-120 м.

Пласт на нарушенных участках отрабатывался путем бурения и взрывания шпуров из подготовленных штреков без присутствия людей в очистном забое. Выемка угля производилась лентами шириной 1-1,5 м по падению пласта.

Перед началом очистных работ на границе с целиком угля проходилась разрезная печь: сначала буросбоечной машиной БГА-2 по восстанию пласта бурилась скважина диаметром 500 мм, которая затем разбуривалась до диаметра 850 мм.

После подвигания забоя на 10-15 м производилась посадка кровли самообрушением с частичным перепуском обрушенных пород с вышележащего горизонта.

В случае неполного заполнения выработанного пространства обрушенными породами осуществлялось принудительное обрушение кровли путем бурения шпуров в кровлю и межгоризонтный целик угля с вентиляционного штрека с последующим одновременным их взрыванием. Для возобновления очистных работ на расстоянии 3-4 м от выработанного пространства снова проводилась разрезная печь бурением и разбуриванием скважины, и цикл работы повторялся.

На выемку угля каждую смену выходили двое горнорабочих очистного забоя и мастер-взрывник. На бурение и разбуривание скважин выходили бурмашинист и его помощник, на обслуживание механизмов - дежурный электрослесарь, на погрузку угля - насыпщик-откатчик. Кроме того, на ремонт горных выработок в отдельные смены выходили два крепильщика.

При указанной организации труда добыча угля в месяц составила 8-10,5 тыс.т, производительность труда на одного рабочего по участку 9-14 т, себестоимость 1 т добычи - 3,43-5,37 руб.

При устойчивых боковых породах выемка угля производится блоками. В этом случае все шпуры, заряженные аммонитом ПЖВ-20, между посадочными целиками угля взрываются за один прием.

Учитывая массовое разрушение угольного массива при блоковой выемке угля объем компенсационного пространства, создаваемого за

счет проведения подэтажных штреков и разрезных печей, должен составлять около 30% объема разрыхляемого массива.

3.3. Разработка пластов горизонтальными слоями

Рекомендуемые ниже опытно-технологические схемы отработки мощных пластов горизонтальными слоями предусматривают подную выемку угля в целях исключения возможности возникновения эндогенных пожаров.

Отработка горизонтальных слоев производится в нисходящем порядке с полным обрушением вмещающих пород на искусственную кровлю из металлической сетки.

Технологическую схему (рис.3.2) рекомендуется применять на выемочных участках пластов мощностью по горизонтали свыше 25 м при отсутствии апофиз в кровле и почве. Слоевой штрек проходится только у почвы пласта, а у кровли пласта для проветривания очистного забоя и для запасного выхода прокладывается металлическая труба диаметром 600 мм. По мере подвигания очистного забоя трубы в вышележащем слое демонтируются и укладываются на почве вынимаемого слоя. В одном блоке может отрабатываться одновременно несколько горизонтальных слоев с опережением 60 м.

В благоприятных горно-геологических условиях выемка угля в забое может производиться с применением механизированных комплексов (рис.3.2,б), в менее благоприятных - с металлической индивидуальной крепью (рис.3.2,в) с использованием очистных комбайнов или буровзрывного способа. Уголь вдоль лавы транспортируется скребковыми конвейерами.

В качестве мелкоячеистого перекрытия может использоваться металлическая сетка с ячейками 50х50 мм из проволоки диаметром 5 мм. Временное сопротивление сетки на разрыв составляет 160 кН/м. Монтаж перекрытия производится у потолочины горизонтального слоя путем развертывания рулонов сетки параллельно очистному забою. Сетка в рулонах имеет длину 6-8 м и ширину 1,2 м.

Полотна сетчатого перекрытия соединяются между собой синтетическим шнуром диаметром 6 мм по схеме, приведенной на рис.3.3. Временное сопротивление шнура на разрыв 3800 Н.

Полотна сеток соединяются узлами на расстоянии 10-15 см друг от друга.

При мощности пластов 10-25 м выемка угля в забое производится

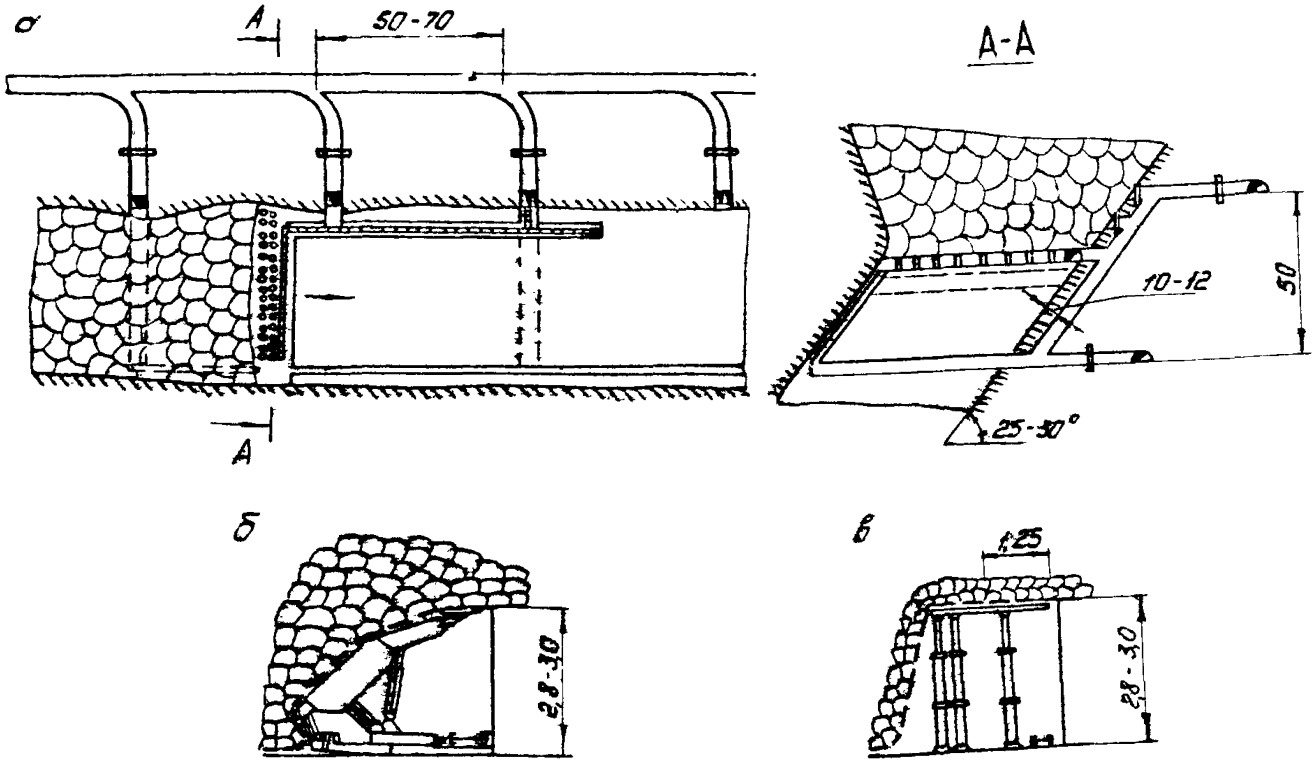


Рис. 3.2. Схема подготовки и отработки выемочного поля горизонтальными слоями: а – схема вскрытия; б – вид на забой с механизированным комплексом; в – то же, с креплением призабойного пространства металлическими стойками

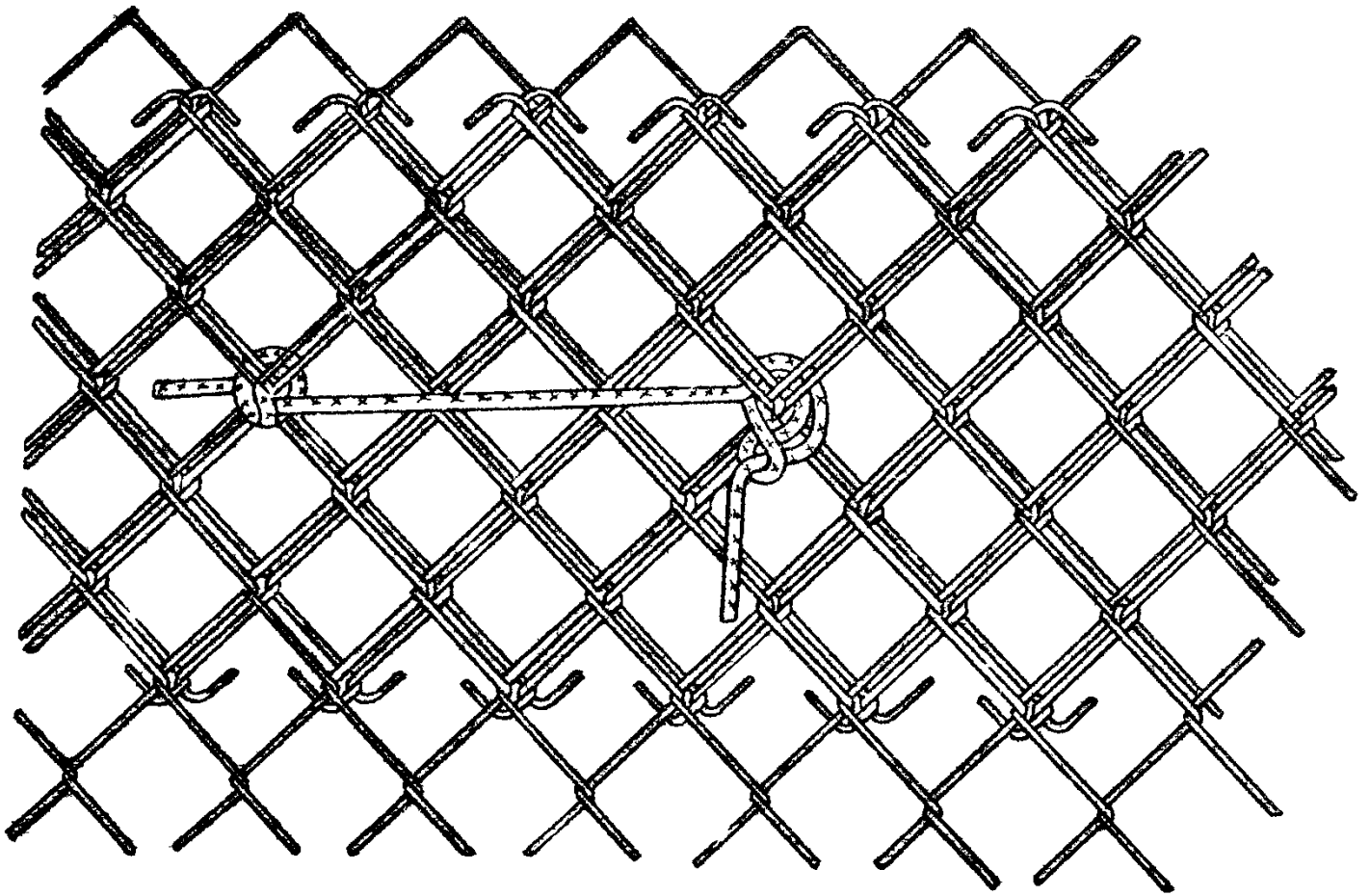


Рис. 3.3. Схема соединения полотен из сетки

по схеме (рис.3.4,а). Эта технологическая схема предусматривает проведение одного слоевого штрека у почвы пласта. Крепление призабойного пространства осуществляется индивидуальной металлической крепью (рис.3.4,б), а выемка угля в забое – очистными комбайнами или буровзрывным способом.

Выемка угля в зоне апофиз независимо от их расположения со стороны кровли или почвы пласта может производиться камерами по простиранию с деревянной стоечной крепью (рис.3.5,а,б). Для транспортирования угля из камер в этом случае могут использоваться малогабаритные скребковые конвейеры. Межслоевым перекрытием служит деревянный настил.

3.4. Разработка мощных пластов с применением гибкого металлического перекрытия конструкции КузНИУИ

Комбинированная система разработки с гибким металлическим перекрытием позволяет более эффективно разрабатывать мощные пласты в различных сложных горно-геологических условиях (сбросы, взбросы, антиклинальные и синклинальные складки, пласты с переменной мощностью и углом падения и т.д.), а также участки пластов, опасных по прорыву глины.

Сущность комбинированной системы разработки заключается в том, что вначале у кровли пласта лавами по простиранию со стоечной крепью вынимается монтажный слой мощностью 1,2–1,5 м, на почве которого монтируется гибкое перекрытие, состоящее из металлических полос площадью сечения 60х3,2; 45х3,5; 40х4 мм (ГОСТ 6009-57), укладываемых вперехлест как по падению, так и по простиранию пласта, и металлической плетеной или панцирной сетки, монтируемой сверху металлических лент в 2–2,5 слоя. Сетка имеет диаметр проволоки 2–2,5 мм и размер ячейки 20х20 мм.

После обрушения кровли монтажного слоя под защитой гибкого перекрытия без крепления призабойного пространства, как правило, буровзрывным способом отрабатывается пачка угля со стороны почвы пласта.

Комбинированную систему разработки с гибким металлическим перекрытием применяют для отработки пластов мощностью 4,5–5 м и более с углами падения от 35 до 65^0 в следующих основных вариантах отработки пласта под гибким перекрытием [4]:

– подэтажами по простиранию на пластах мощностью от 4,5 до

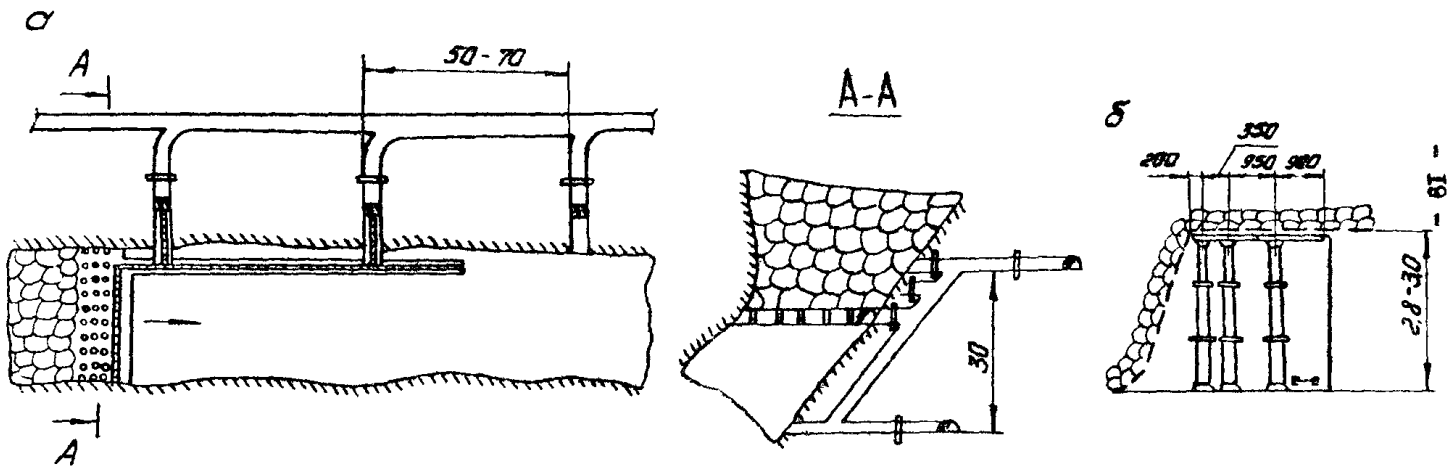


Рис. 3.4. Схема выемки горизонтальными слоями пластов мощностью Ш-25 м

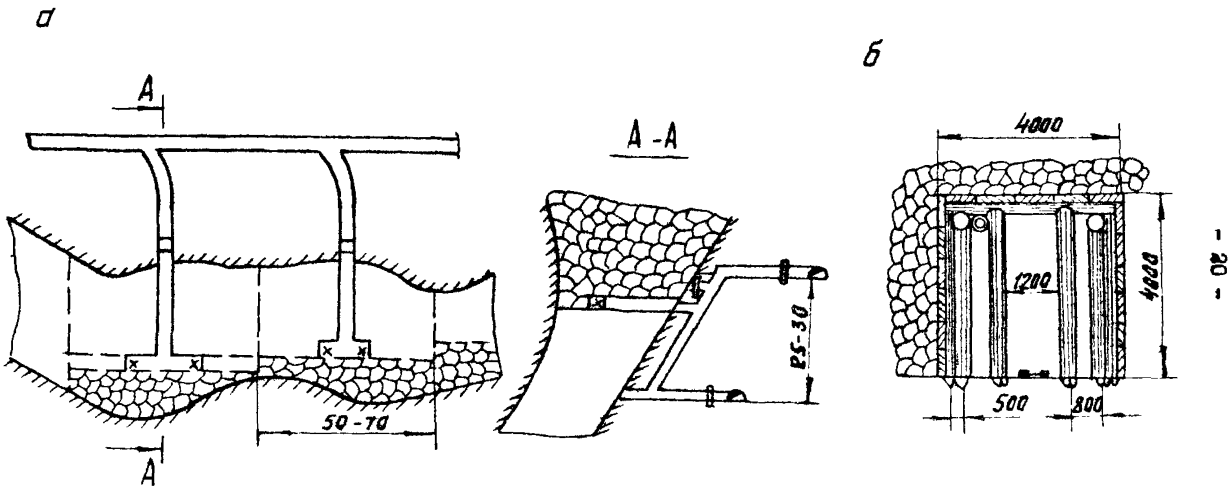


Рис. 3.5. Схема выемки камерами апофиз, расположенных со стороны кровли пласта:
а - схема выемки камер в горизонтальном слое; б - камера, закрепленная деревянной стоечной крепью

I2 м с углом падения 35-65^0;

- столбами по падению на пластах мощностью от 4,5 до 9 м с углом падения 35-65^0;

- столбами по падению в два слоя на пластах мощностью 9-I6 м с углом падения 35-65^0;

- поперечно-наклонными столбами на пластах мощностью I2-20 м и более с углом падения 25-65^0;

- подэтажным обрушением для отработки замков синклинальных складок;

- двумя забоями для отработки замков антиклинальных складок.

3.4.I Подготовка выемочных участков пластов угля для отработки комбинированной системой разработки

Подготовка выемочных полей для отработки пластов комбинированной системой разработки для особо опасных по самовозгоранию пластов производится по полевой схеме с разделением на блоки. Полевые штреки проводятся в породах почвы пласта или группы пластов на расстоянии 8-I8 м (рис.3.6,а).

Блоковые квершлаги на откаточном горизонте, как правило, проводятся без закруглений и оборудуются конвейерами.

С блоковых квершлагов по пласту со стороны кровли и почвы проводятся конвейерные штреки на полную длину блока. При послойной выемке угля под гибким перекрытием проводится дополнительный конвейерный штрек для промежуточного слоя. На вентиляционном горизонте вентиляционный штрек проводится у почвы пласта с закруглением на квершлаг для образования единой системы рельсового транспорта. При мощности пласта более I0 м проводится дополнительный вентиляционный штрек у кровли пласта.

На границе блока в районе вскрывающих квершлагов на расстоянии 6-8 м от пласта в породах почвы проводится блоковый скат, который через 8-I0 м по падению пласта обивается горизонтальными ортами с последней углеспускной печью. Такая схема подготовки выемочного участка позволяет уменьшить непрорезаемый выработками целик угля между блоками до ширины 6-8 м.

В отличие от полевой схемы при совместной подготовке двух-трех сближенных пластов откаточные и вентиляционные штреки проводятся по нижележащему несамовозгорающемуся пласту (рис.3.6,б). Выемочные участки длиной до 600 м разделяются на блоки длиной 60-I50 м из расчета завершения всех работ в выемочном блоке в

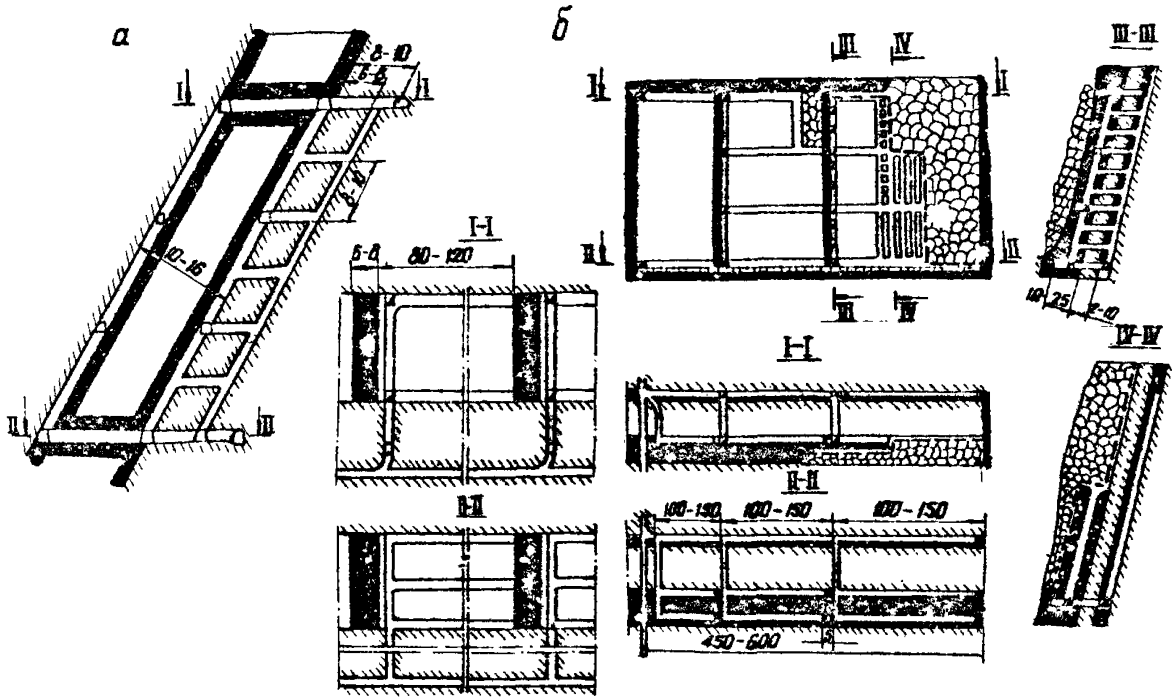


Рис. 3.6. Схемы подготовки выемочных участков для комбинированной системы разработки: а – пологая подготовка одиночного пласта; б – то же, сближенных пластов

течение 12 месяцев с тем, чтобы предупредить возможность самовозгорания угля. После отработки блока он изолируется двойными перемычками в блоковых квершлагах.

3.4.2. Технология выемки угля под гибким перекрытием

Наиболее распространенные технологические схемы выемки угля под гибким перекрытием приведены на рис.3.7. На рис. 3.7,а показан вариант отработки массива угля под гибким перекрытием подэтажами по простиранию с применением буровзрывных работ. Массив угля под гибким перекрытием подготавливается к выемке проведением в пределах блока подэтажных штреков I непосредственно у почвы пласта, горизонтальных проходов 2 у гибкого перекрытия, печей (скважин) 3 по восстанию пласта, ортов 4 между подэтажными штреками и горизонтальными проходами, разрезной печи у границы блока непосредственно под перекрытием.

Промежуточные конвейерные штреки в этаже и первый подэтажный вентиляционный штрек у почвы пласта проводятся на всю длину блока до начала отработки монтажного слоя. Промежуточные штреки заранее проводятся для того, чтобы из них пробуривать скважины-печи (через 6 м по простиранию) на вентиляционный штрек и орты к горизонтальный проход для выемки угля под гибким перекрытием. Первый подэтажный штрек проводится на всю длину выемочного участка до начала отработки монтажного слоя и используется для исходящей струи воздуха из выработок и забоев, расположенных у почвы пласта. Перед выемкой монтажного слоя из орта, соединяющего промежуточный штрек у почвы пласта с разрезной печью монтажного слоя, в 1-2,5 м от почвы будущего монтажного слоя бурится скважина для подготовки и разрезки слоев под гибким перекрытием. После посадки кровли в монтажном слое по этой скважине проходится печь и из нее горизонтальные проходы у перекрытия. Орты диаметром 650-850 мм, соединяющие горизонтальные проходы со штреками у почвы пласта через 6 м по простиранию, имеют наклон к горизонту 35-40° для обеспечения самотека угля, поступающего из очистного забоя.

Угольный массив под гибким перекрытием рекомендуется отрабатывать на полную мощность или в два-три слоя каждый мощностью 2,5-3,5 м. Опережение очистного забоя под гибким перекрытием от границы обрушения монтажного слоя должно быть не менее 20 м. Буровзрывные работы в каждом слое производятся из горизонтальных про-

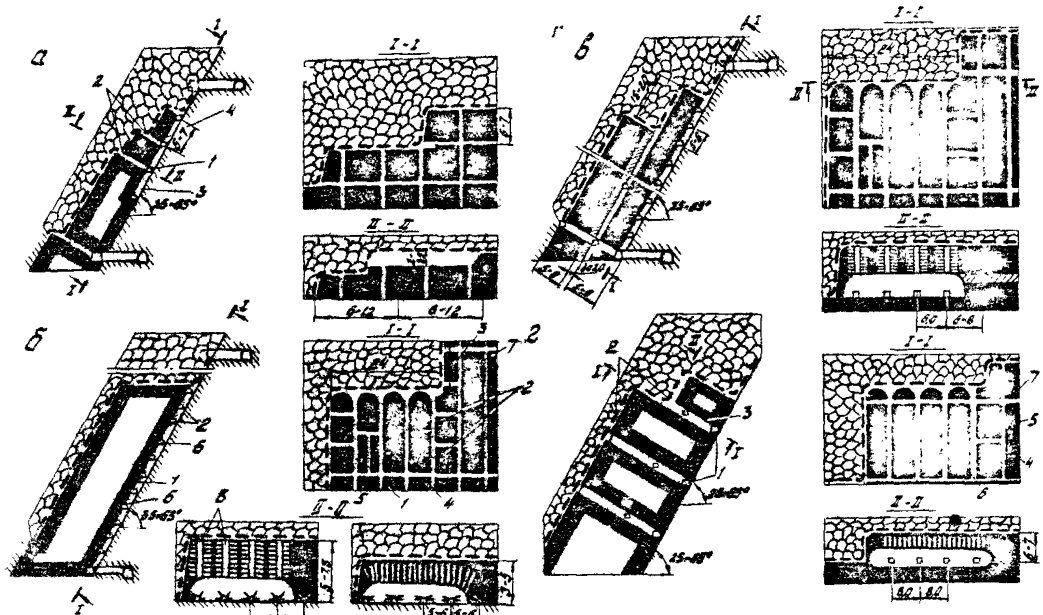


Рис. 3.7. Схемы отработки угольного массива под гибким перекрытием: а – подэтажами по простиранию; б – столбами по падению в один слой; в – то же, в два слоя; г – то же, поперечно-наклонными столбами

ходов заходками шириной 3-4 м без присутствия рабочих в очистном забое. На пластах с углом падения не более 45° с крепкими и устойчивыми углями допускается производство буровзрывных работ непосредственно из прохода по падению. В этом случае длина забоя может быть увеличена с 6 до 10 м.

Отбитый уголь из-под гибкого перекрытия через орты, скважины и печи самотеком поступает на конвейер промежуточного штрека, которым он транспортируется до углеспускной печи, расположенной у границы блока, и по ней в вагонетки откаточного горизонта.

На рис. 3.7,б показан вариант отработки массива угля под гибким перекрытием столбами по падению [4]

В этом случае для подготовки блока угля к выемке под гибким перекрытием проходятся углеспускные печи I у почвы пласта, сбойки 2 между ходовой 3 и входной 4 печами, вентиляционная печь 5, сбиваемая сбойками на соседние углеспускные печи, подэтажные штреки 6. Расстояние между углеспускными печами или скважинами диаметром 850 мм по простиранию пласта составляет 5-7 м.

Первая сверху столба сбойка 7 площадью сечения не менее 2,5 м^2 проходится сквозной высотой 1,8 м на всю длину выемочного блока и служит верхним запасным выходом из отрабатываемого столба. Ширина вынимаемого столба, как правило, равна 24 м.

При мощности пласта более 9 м проходятся два ряда углеспускных печей: один у почвы, другой посередине по мощности пласта.

Для лучшего поддержания углеспускных печей на пластах мощностью 10-12 м со слабыми кливажистыми углями ряды печей относительно друг друга по простиранию пласта смещаются на 3 м.

Для выемки угля под гибким перекрытием буровзрывным способом в зависимости от мощности пласта проходятся горизонтальные или поперечно-наклонные проходы в площадью сечения 4-5 м^2 с углом откоса боковых стенок 85° при крепких углях, при углях средней крепости - 75-80° и слабых углях - 60-70°.

Опережение между очистным забоем и забоем монтажного слоя как по простиранию, так и по падению пласта должно быть не менее 20 м.

Выемка угля под гибким перекрытием при мощности пласта до 5 м производится из горизонтальных проходов, а при большей мощности - из поперечно-наклонных, проводимых в направлении от почвы к кровле пласта за два-три приема взрывания шпуров.

При отработке угольного массива под гибким перекрытием столбами по падению в два слоя между ними должно быть опережение не менее 20 м.

На рис. 3.7,в показан вариант совместной отработки мощных весьма сближенных пластов в два слоя столбами по падению.

В этом случае опережение между забоями первого и второго слоев составляет 15-20 м, а второй ряд печей проводится под породами междупластья, вынимаемыми раздельно от угля.

На рис. 3.7,г показан вариант отработки угольного массива под гибким перекрытием по схеме поперечно-наклонных столбов. Для подготовки и выемки блока проходятся конвейерные штреки I у почвы пласта, горизонтальные проходы 2 - у перекрытия, печи-орты 3 между конвейерными штреками и горизонтальными проходами, сбойки 4 - между ходовой 5 и соседней углеспускной печью 6.

Первая обойка 7 проходится на длину блока - служит для отвода исходящей струи воздуха из очистного забоя и является верхним запасным выходом. Для обеспечения самотека угля печи-орты 3 проводятся под углом 35-40^0 к горизонту. При этом каждая пятая печь является ходовой и соединяется с соседней углеспускной печью сбойками через 8 м по падению.

Массив угля в поперечно-наклонном слое шириной 24 м отрабатывается в направлении от кровли к почве пласта буровзрывным способом.

Отработка антиклинальных и синклинальных замковых складок производится по технологическим схемам, приведенным на рис.3.8, 3.9.

Для снижения потерь угля и повышения пожаробезопасности системы разработки очистные работы в антиклинальных замковых складках ведутся одновременно в обоих крыльях (рис.3.8,а).

Для выемки угля под гибким перекрытием проводится осевой штрек I, вентиляционный штрек 2 у перекрытия, орты 3 между осевым и основным штреком 4.

В каждом крыле замковой складки пласт отрабатывается столбами по падению с применением буровзрывных работ из поперечно-наклонных проходов 5 (рис.3.8,б).

Синклинальные замковые складки могут отрабатываться по схеме, приведенной на рис. 3.8,в. Буровзрывные работы под гибким перекрытием ведутся заходками из ортов I. Отбитый уголь до углеспускных печей 2 транспортируется по наклонным ортам 3 и подэтажным штрекам 4. Ширина заходов для производства буровзрывных работ принимается 3-4 м. Крылья синклинальной складки отрабатываются последовательно.

Синклинальные складки весьма сближенных пластов могут быть

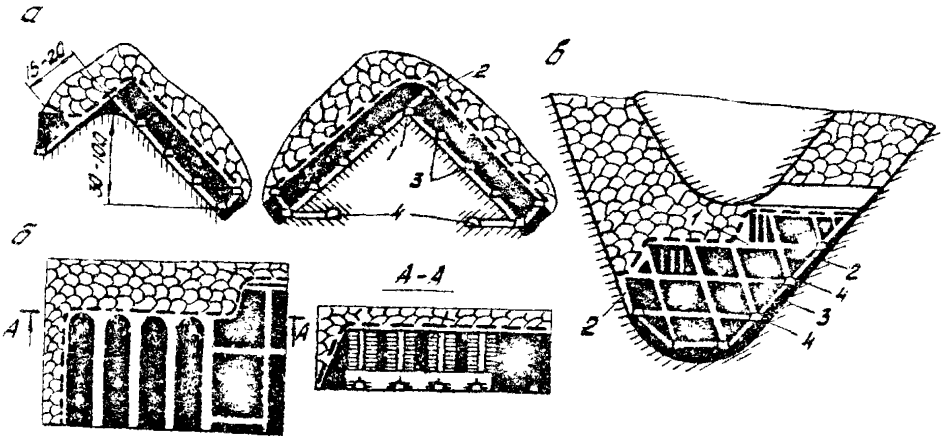


Рис. 3.8. Схемы отработки с гибким перекрытием антиклинальных и синклинальных замковых складок: а – схема подготовки; б – вид на очистной забой при отработке крыльев антиклинальной складки столбами по падению; в – схема подготовки и отработки синклинальной складки

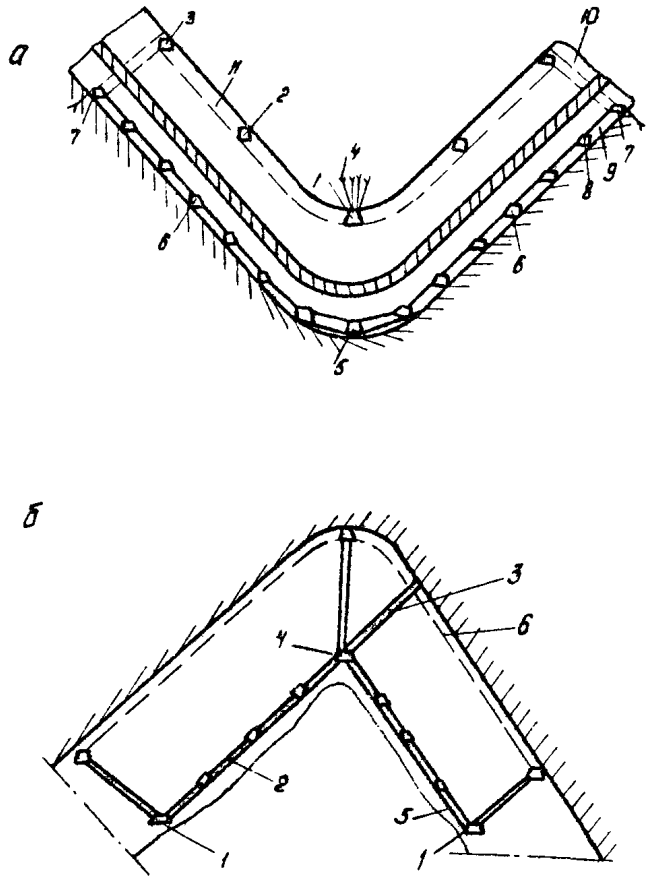


Рис. 3.9. Усовершенствованные схемы отработки синклинальных и антиклинальных замковых складок:
а - схема отработки синклинальной складки по методу А.П.Широкова, В.Н.Замышляева, Л.С.Сенько, К.Ф.Санкина; б - то же, антиклинальной складки по методу А.П.Широкова, Л.П.Томашевского

отработаны по схеме рис. 3.9 [5] . Предлагаемый способ отличается от известного тем, что гибкое перекрытие насти. ется без разрыва сплошности по всей складке с анкерованием потолочины в замке, отработка крыльев производится последовательно, с выемкой одного из них до линии, продолжающей линию кровли второго, извлекаемого вместе с замковой частью под перекрытием. Это позволяет производить селективную выемку угля и междупластья в замковой части без потерь.

В этом случае при подготовке выемочного поля у кровли верхнего пласта проводится осевой I, промежуточные 2 и вентиляционные 3 штреки. Для повышения устойчивости кровли в замковой части из осевого штрека до начала выемки монтажного слоя потолочину закрепляют анкерами 4.У почвы нижнего пласта прово..тся осевой 5,промежуточный 6, вентиляционные 7, слоевые 8 штреки и углеспускные печи 9.

На границах крыльев складки про одятся разрезные орты, а у кровли пласта – разрезные печи . Из разрезных орт и печей производится выемка поперечно-наклонного и наклонного слоев, в которых монтируется гибкое перекрытие без разрыва его сплошности в замковой части складки.

Крылья складки отрабатываются поперечно-наклонными столбами вкрест простирания пласта. Отработка антиклинальной складки без оставления целика угля в замке может производиться по схеме, приведенной на рис. 3.9,б [6] . Это достигается тем, что с осевого штрека проводят наклонные орты до пересечения с гибким перекрытием, а нарезанные столбы извлекают нисходящим порядком от ортов и перекрытия. Отрабатывают замковую часть с левого крыла на транспортный штрек I, который обивают углеспускными печами 2 и 5 со штреком 4, после чего проводят орты 3. Отработку забоя под гибким перекрытием 6 производят в нисходящем порядке.

Для отработки мощных крутых пластов мощностью более IO м, а также антиклинальных складок с применением гибкого металлического перекрытия по технико-экономическим требованиям КузНИУИ институтом "Сибгипрогормаш" разработан комплекс КНК-70, состоящий из гидравлической двухстоечной крепи, углового скребкового конвейера, добычного самозарубающегося одношнекового очистного комбайна, выполненного на базе комбайна ГШ-3М, с величиной захвата 0,63 м, крепей сопряжений лавы со штреками, маслостанции СНУ-5 и электрооборудования (пусковая аппаратура располагается на передвижном столе).

Подготовка угля к выемке осуществляется по схеме горизонтальных слоев с высотой слоя 6-7 м.

Выемка угля в забое производится комбайном, работающим по челноковой схеме, с последующим выпуском межслоевой угольной пачки из-под гибкого перекрытия, смонтированного в одной плоскости, через выпускные окна секций крепи.

По мере выемки комбайном ленты угля шириной 0,63 м посекционно передвигаются секции крепи. Затем гидродомкратами передвижения секций крепи к забою перемещается угловой конвейер одновременно с крепями сопряжений лав со штреками. В процессе передвижения конвейера происходит самозарубка комбайна и цикл операций по выемке угля повторяется. В 1980 г. комплекс КНК-70 прошел промышленные испытания на пласте Мощном шахты "Зимняя" п/о "Прокопьевскуголь". Мощность пласта составляла 17 м, угол падения 70^0.

Для послойной отработки угольного массива под гибким перекрытием КузНИУИ разработана технологическая схема выемки угля с применением комплекса КПК (рис.3.10).

Отработку каждого наклонного слоя рекомендуется производить лавами по простиранию. Выемка угля в слое производится под угольную пачку угля мощностью 1-1,5 м, которая по мере подигания комплекса обрушается за крепью и самотеком поступает на нижний штрек, где через выпускное окно крепи сопряжения грузится на штрековый конвейер.

Когда особо мощные пласты имеют сильную и частую нарушенность, в ряде случаев они успешно отрабатываются комбинированной системой разработки с буровзрывной выемкой угля.

На шахте "Центральная" этой системой отрабатывался пласт Горелый мощностью 9-14 м с углом падения $31-50^0$. В местах сдвоения мощность пласта составляла 22 м. Коэффициент крепости угля по шкале проф. М.М.Протодьяконова 0,8-1.

По пласту проходит нарушение взбросового типа с амплитудой смещения от 5 до 7 м. Угольный массив и боковые породы в нарушенных зонах слабые, перемятые и имеют склонность к самообрушению.

Для монтажа гибкого перекрытия, состоящего из металлических полос и сетки, со стороны кровли пласта буровзрывным способом вынималася монтажный слой 1 мощностью 1,6 м,а на вентиляционном горизонте горизонтальный слой 2 (рис.3.11,а).

По падению пласта располагались 2-3 лавы длиной 25-35 м. Опережение между лавами составляло 15-25 м.

Крепление призабойного пространства в монтажном слое осуществлялось деревянными стойками, устанавливаемыми под трехметровый

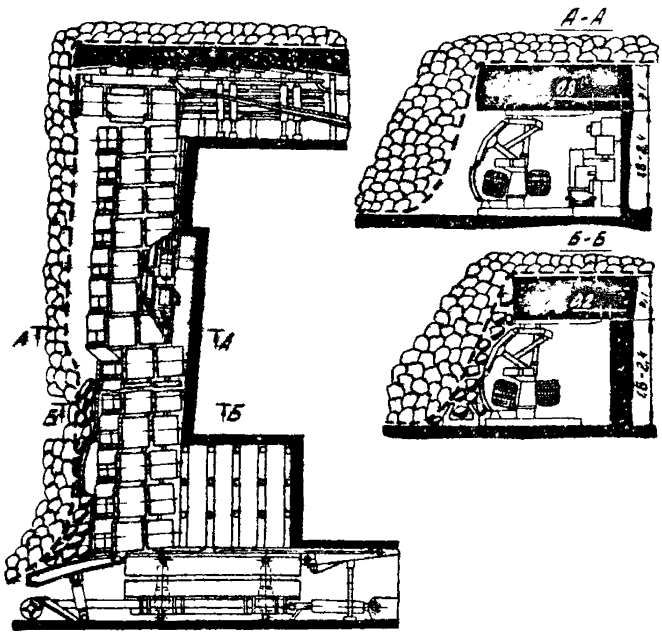


Рис. 3.10. Схема послойной выемки угля под гибким перекрытием с применением комплекса КПК

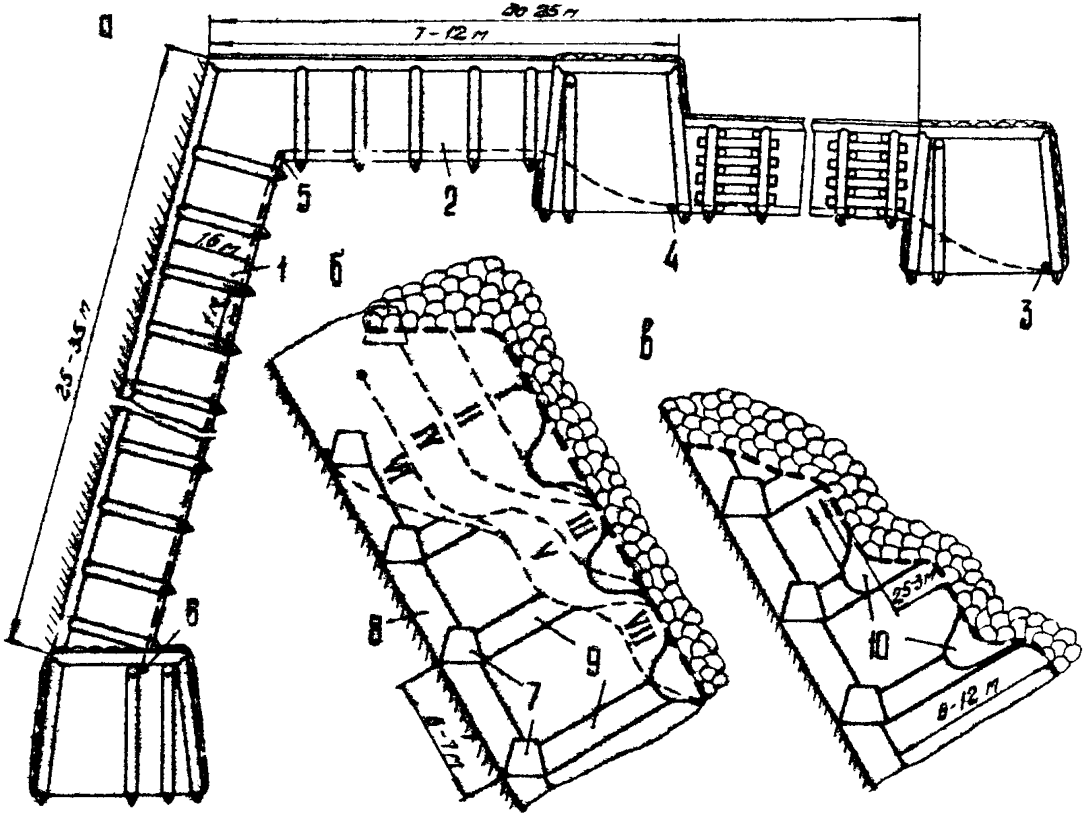


Рис. 3.II. Схема подготовки и отработки пласта Горелого:
а - разрез монтажного и горизонтального слоев; б - последовательность опускания торца гибкого перекрытия на почву пласта; в - выемка угля под гибким перекрытием из горизонтальных проходов

верняк по падению пласта на расстоянии I м друг от друга. Металлические полосы у почвы пласта и между собой соединялись стальными канатами 3,4,5,6. Вместо каната использовали также пучок полос из 2-3 штук, укладываемых друг на друга. По простиранию пласта укладывалось на I м 7 полос, по падению - 5.

Полосы с канатом соединялись двойной петлей с последующим заведением конца длиной I-I,5 м за полосу, при этом получалась третья петля и достигалось надежное соединение полосы с канатом.

Очистные работы под гибким перекрытием начинались после подготовки на участке необходимых запасов угля для устойчивой добычи, что достигалось путем опережения монтажным слоем нижнего слоя на 20 м. Перед началом очистных работ под гибкими перекрытиями со стороны почвы пласта через 5-7 м по падению проходились подэтажные штреки 7 и через 6 м по простиранию углеспускные печи 8 (рис.3.II,б) с площадью сечения в свету I,44 м^2, которые крепились венцовой крепью. При крепких углях углеспускные печи проходились путем выбуривания скважин диаметром 850 мм буровым станком БГА-4.

При мощности пласта 5-7 м выемка угля под гибким перекрытием осуществлялась непосредственно из подэтажных штреков без захождения рабочих под гибкое перекрытие. При мощности пласта 7-I2 м под гибким перекрытием из подэтажных штреков 7 проходились под углом 40^0 к горизонту наклонные орты 9. Каждый пятый-шестой орт являлся ходовым и крепился по-лавному.

Перед началом очистных работ торцевой канат с гибким перекрытием плавно опускался на почву пласта путем выемки 5-7 стружек угля шириной по мощности пласта 2-2,5 м (см.рис.3.II,б).

Опережение выемки верхнего подэтажа относительно нижнего должно быть не менее 6 м, а площадь обнажения перекрытия не должна превышать 30 м^2, выемка угля под гибким перекрытием производилась слоями мощностью 2,5-3 м из проходов I0 (рис. 3.II,в). Опережение между слоями по простиранию пласта составляло 9-I2 м.

При мощности пласта более I2 м проходится двойная нарезка с расположением подэтажных штреков посередине и со стороны почвы пласта.

Специальный проект был составлен для отработки участка нарушенного пласта Горелого (шахта "Центральная") мощностью I5,5-22,3м с углом падения 26-48^0. Уголь пласта имел ярко выраженный кливаж, коэффициент крепости по шкале проф. М.М.Протодьяконова 0,2-I,2.

В контакте с кровлей прослоек угля мощностью 0,2-0,8 м сильно трещиноватый и перемятый. В 9 м от кровли располагалась пачка

мятого угля мощностью 3,8–4,6 м с коэффициентом крепости 0,2, разделенного прослойком слабого углистого аргиллита мощностью 0,5–1,2 м с коэффициентом крепости 2. Непосредственная кровля сложена неустойчивым алевролитом мощностью 0,2–1,3 м с коэффициентом крепости 4–6, основная – песчаником средней устойчивости с коэффициентом крепости 7–9. Почва – алевролит средней устойчивости, трещиноватый с коэффициентом крепости 2–5.

Участок пласта осложнен тремя дизъюнктивными нарушениями типа взброс и сброс с амплитудами сдвоения, имеет растяжки от 0,6 до 6 м, в зоне которых уголь и боковые породы сильно трещиноватые, слабоустойчивые, способные вываливаться при обнажении (рис.3.12). Было принято решение отработать блок № I пласта Горелого с применением системы разработки КТП в двух вариантах: часть пласта со стороны кровли мощностью 9 м отработать столбами по падению, оставшуюся часть пласта ниже мятой пачки – подэтажами по простиранию.

Монтажный слой у кровли пласта мощностью I,5 м решено было отработать двумя уступами со стоечным креплением с установкой трех стоек под один верхняк длиной 3 м, располагаемый по падению пласта. Расстояние между стойками по падению и простиранию пласта I м. Перетяжка кровли частичная, три затяжки на I $м^2$ кровли, в зонах нарушений – сплошная. Отставание забоя лавы нижнего подэтажа от границы обрушенного пространства вышележащей лавы предусмотрено не менее I5 м и не более 25 м. Выемка угля в монтажном слое производится лентами по простиранию шириной I м с применением буровзрывных работ.

Разрезная печь в верхнем подэтаже проходится после проведения наклонного орта у нижней границы выемочного блока № I с вентиляционного штрека у лежачего бока верхней пачки.

На сопряжении наклонно-поперечного слоя с вентиляционным штреком кровля усиливается подхватами, устанавливаемыми под верхняки штрека с опережением забоя слоя на 6 м.

Наклонно-поперечный слой располагается под углом 36^0 в сторону вентиляционного штрека в целях обеспечения самотека отбитого угля и отрабатывается одновременно с верхней лавой с расположением забоев в одну линию.

Основа гибкого перекрытия монтируется вперехлест из металлических лент площадью сечения 50х3,2 мм, на I м по падению пласта укладывается попарно I0 лент, по простиранию – 7. Сверху металли-

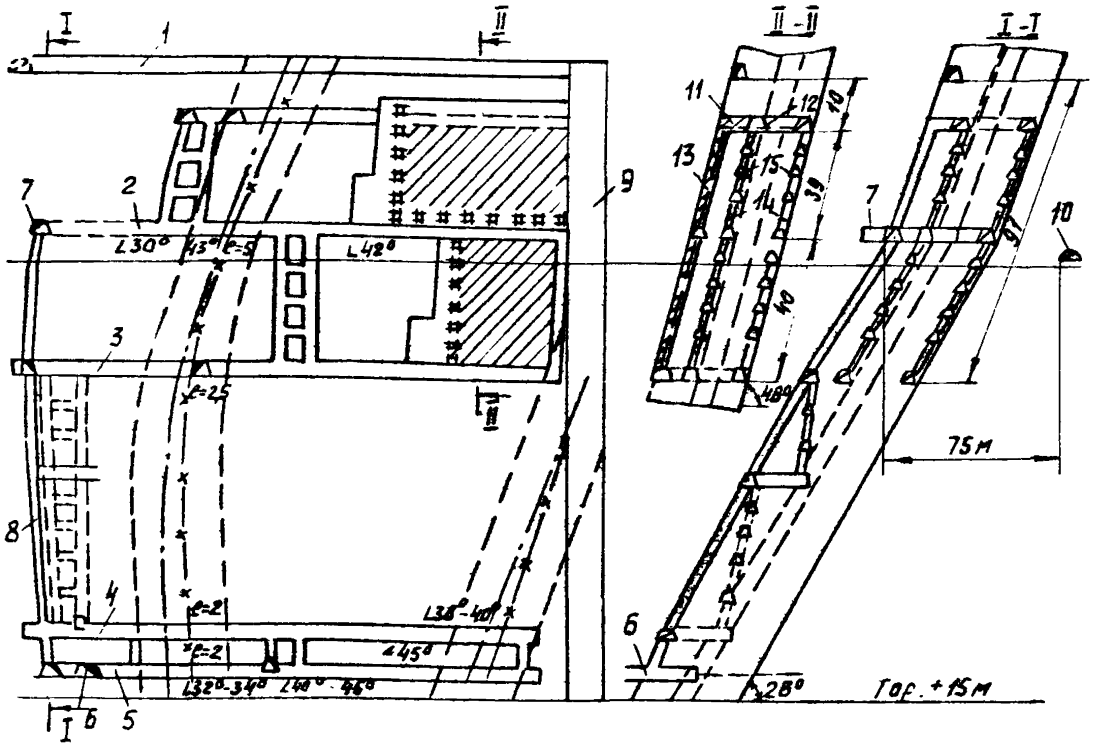


Рис. 3.12. Схема подготовки пласта Горелого на участке большой мощности;
1 - вентиляционный штрек; 2 - верхний промежуточный штрек; 3 - нижний промежуточный штрек; 4 - первый параллельный штрек; 5 - откаточный штрек; 6,7 - квершлаги; 8 - скат; 9 - профилактический целик; 10 - полевой штрек; 11 - поперечно-наклонный слой; 12 - горизонтальный слой; 13 - монтажный слой; 14 - углеспускные печи; 15 - подэтажные штреки

ческой основы укладываются два ряда металлической сетки. При монтаже гибкого перекрытия через 30 м укладываются торцевые стальные канаты диаметром 40-50 мм. В первую очередь гибкое перекрытие монтируется в наклонно-поперечном слое и монтажной лаве № I, во вторую - в горизонтальном слое между вентиляционными штреками. Отставание горизонтального слоя от наклонно-поперечного - 8-I2 м.

Угольный массив под гибким перекрытием отрабатывается в три слоя. Верхний мощностью 7,5 м, расположенный выше мятой пачки угля, отрабатывается столбами по падению, второй и третий слои - подэтажами по простиранию с применением буровзрывных работ.

Выемка угля под гибким перекрытием в первом слое производится взрывным способом путем расширения до 4-5 м^2 площади сечения горизонтального прохода, соединяющего все углеспускные печи в нижней части слоя. Горизонтальный проход ведется от ходовой печи до границы выемочного столба, затем от первой печи у границы столба под углом 35-40^0 к горизонту из горизонтального прохода проводится поперечно-наклонный выемочный проход (канава) площадью сечения 4-6 м^2.

После проведения выемочного прохода против первой печи производится посадка перекрытия путем разрушения взрывным способом опорных целиков (торцевого и в сторону второго выемочного прохода). Аналогично проводятся поперечно-наклонные выемочные проходы и посадка перекрытия у следующих углеспускных печей.

После посадки перекрытия по всем поперечно-наклонным выемочным проходам цикл работ повторяется.

Очистные работы во втором и третьем слоях также производятся буровзрывным способом, для чего через 6 м по простиранию пласта против каждой углеспускной печи проходятся наклонно-поперечные орты площадью сечения 2-3 м^2 под углом 35-40^0 к горизонту в сторону кровли пласта для обеспечения самотека угля. Буровзрывные работы в каждом слое производятся из горизонтального прохода, расширенного до мощности вынимаемого слоя.

Очистным работам в слоях под перекрытием предшествует создание пр..забойного пространства, т.е. опускание торца перекрытия на почву слоя у границы блока. Для этого у дальней границы блока горизонтальным проходом вскрывается торец перекрытия, горизонтальный проход расширяется до мощности слоя, из расширенного горизонтального прохода обуриваются целик угля в сторону завала при расположении шпуров на расстоянии 0,5 м за торцом перекрытия.

После выпуска отбитого угля гибкое перекрытие перепускается

на почву слоя, в результате у забоя образуется свободное призабойное пространство треугольной формы. Аналогичные работы производятся и в последующих слоях.

4. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ДОБЫЧА УГЛЯ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТОВ

Нарушенные участки месторождений характеризуются пониженной устойчивостью как угольного массива, так и вмещающих пласт боковых пород. Поэтому в этих условиях предпочтение следует отдавать тем технологическим схемам, при которых выемка угля производится без постоянного присутствия рабочих в очистном забое. Более широкого внедрения на шахтах Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса заслуживает гидравлическая добыча угля с применением струй воды высокого давления (10 МПа и более), в том числе с применением гибкого ограждающего перекрытия как в одной, так и в двух плоскостях.

Для отбойки угля следует использовать гидромониторы 12ГД-2 и ГМДУ-4 с дистанционным управлением и расходом технологической воды до 350 $м^3/ч$. Для облегчения монтажа и демонтажа высоконапорного водовода ВНИИгидроуглем разработаны быстроразъемные соединения труб и задвижки типа ЗПР-16 и ЗПК-16.

Гидравлический способ добычи угля, исключающий применение буровзрывных работ в очистных и подготовительных забоях, характеризуется высокой степенью безопасности ведения горных работ и, следовательно, более низким уровнем производственного травматизма. При гидродобыче угля струями воды высокого давления запыленность рудничной атмосферы в очистных и подготовительных забоях находится в пределах гигиенических требований. Выемка угля осуществляется без присутствия рабочих в забое. Горнорабочий находится в закрепленной горизонтальной выработке на расстоянии 10-15 м от очистного забоя и управляет гидромонитором дистанционно по заданной программе. Гидромонитор как выемочная машина во много раз легче очистных комбайнов и комплексов, применяемых на шахтах обычной технологии, и во время выемки угля в забое он устанавливается стационарно.

Высоконапорная гидродобыча угля без применения электроэнергии и буровзрывных работ в забое исключает взрывы газа и угольной пыли. Отработка пластов гидроспособом с применением струй воды

высокого давления без крепления призабойного пространства с дистанционным управлением гидромониторами может применяться на пластах различной мощности, в том числе и на нарушенных участках пластов.

При мощности пласта до 10 м для выемки угля гидромониторами в подэтаже высотой 8-10 м проводится один подэтажный штрек, а при мощности более 10 м - два .

С целью повышения эффективности проведения штреков на шахте "Тырганская" при отработке мощных крутых пластов спуск комбайнов К-56МГ для проведения нижележащих подэтажных штреков производится по спиралеобразной схеме без разборки (рис.4.1).

Для облегчения поддержания подэтажные штреки 1 площадью сечения 5,3 м^2 проходятся по крепким пачкам угля арочной формы с подъемом 0,05 и через 30 м сбиваются между собой ортами. Отбитый исполнительным органом комбайна К-56МГ уголь смывается под давлением 2,8-3,5 МПа водой и по желобам поступает в пульпоспускную печь, затем по выработкам аккумулирующего горизонта - в камеру гидроподъема. Проветривание забоев штреков осуществляется вентиляторами местного проветривания типа СВМ-6 или П-500-2М

Спуск проходческого комбайна 2 для проведения нижележащих подэтажных штреков осуществляется после проведения всех вышележащих штреков, расположенных в одной плоскости.

Для спуска комбайна К-56МГ в начале выемочного участка под углом до 20^0 буровзрывным способом по заранее пробуренной скважине диаметром 500 мм в восходящем порядке проходится наклонный орт 3 площадью сечения в свету 5,3 м^2.

После выезда комбайна на подэтажный штрек нижележащего подэтажа производится крепление сопряжений этого штрека с наклонным ортом и осуществляется проходка штреков в нижнем подэтаже. Вначале проходятся подэтажные штреки у кровли пласта, а затем у почвы. Проходка штреков комбайнами К-56МГ с их спуском в нижележащий штрек по спиралеобразной схеме позволяет резко снизить трудоемкость работ в целом по системе разработки, улучшить условия труда, повысить безопасность работ, получить наиболее устойчивую форму выработок и снизить расход крепежных материалов на их крепление.

Однако за счет наклонных выработок, служащих для спуска комбайна с подэтажа на подэтаж, объем подготовительных выработок в очистном блоке увеличивается на 250-300 м. С целью снижения коли-

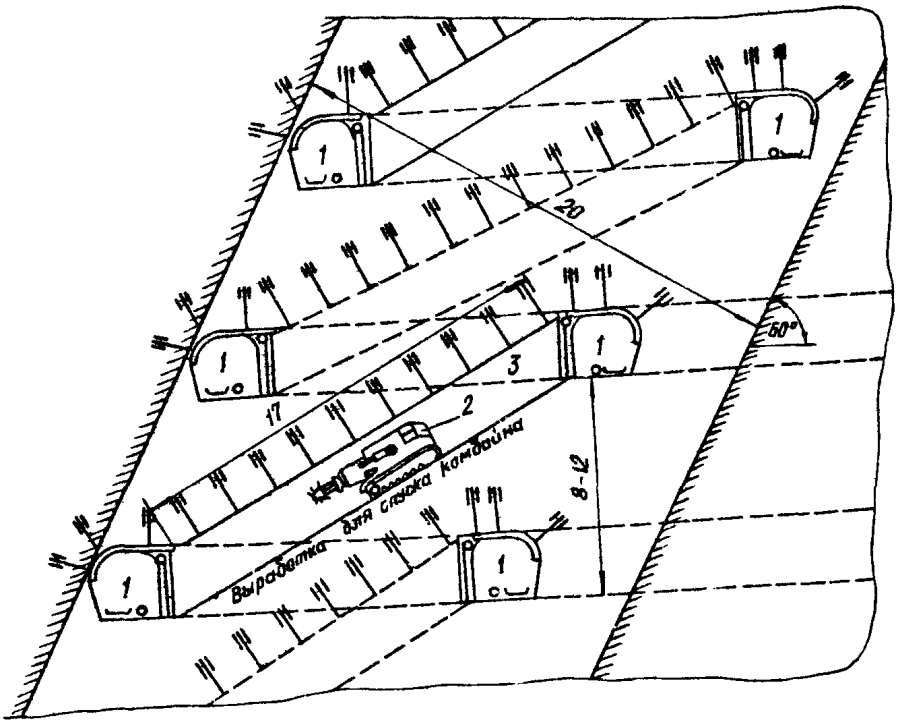


Рис. 4.I. Схема подготовки выемочного участка со спуском проходческого комбайна для проходки нижележащего подэтажного штрека по наклонному орту

чества проходимых нарезных выработок отбойка угля может производиться на всю длину этажа стругами с гидравлическим транспортом угля. Управление кровлей в этом случае производится самообрушением боковых пород с частичным перепуском их с вышележащего горизонта. В качестве посадочной крепи в зависимости от мощности пласта может использоваться органный ряд или полоса из твердеющей закладки.

Гидравлическая выемка угля с гибким перекрытием на мощных крутых пластах может успешно применяться и при отработке нарушенных участков пластов. На шахте "Тырганская" п/о "Гидроуголь" в Кузбассе на глубине 200 м от поверхности системой с гибким перекрытием в одной плоскости отработан нарушенный блок пласта Мощного. На нарушенном участке длиной по простиранию 168 м пласт Мощный имел переменную мощность 10-21 м, угол падения 65-70^0. Уголь пласта средней устойчивости с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М.Протодьяконова 1,2-1,4. В пределах блока три геологических нарушения разрывного характера с амплитудами смещения от 2,5 до 15 м, что наглядно видно из разрезов вкрест простирания пласта после отработки из подэтажных штреков 5,6 и 7 слоев (рис. 4.2).

Выемка горизонтального монтажного слоя для настила гибкого перекрытия производилась комбайном I типа К-56МГ полосами по простиранию пласта с уклоном 0,05 в сторону подэтажного аккумулирующего штрека (рис.4.3). Ширина вынимаемой полосы составляла 2 м, высота 2,2 м. Призабойное пространство крепилось деревянными рамами, состоящими из верхняка длиной 3 м и трех стоек. Расстояние между стойками и рамами призабойной крепи составляло 1 м. После выемки трех полос по простиранию пласта приступали к монтажу гибкого перекрытия, состоящего из переплетенного каркаса металлических лент 3, на который вереплет укладывалась металлическая сетка 2.

На расстоянии 1 м от забоя монтажного слоя выкладывались деревянные костры, выполняющие роль посадочной крепи. За кострами производилась выемка гидромониторами потолочины слоя мощностью 4 м с применением струй воды высокого давления.

Очередность выемки угля при погашении потолочины такая же, как и при очистной выемке в направлении от почвы пласта к кровле в три приема заходками 6х7 м. Очистная выемка угля в подэтаже под гибким перекрытием ведется гидромониторами 2ГД-2, расположен-

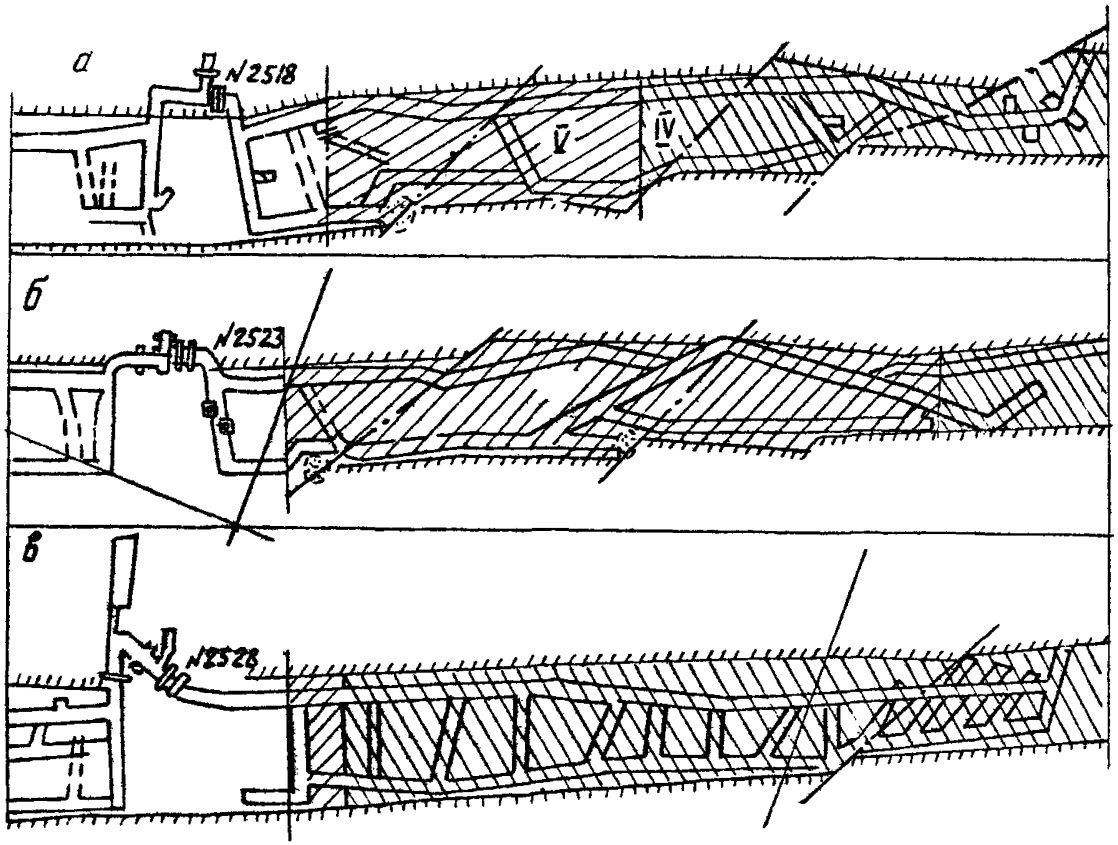


Рис. 4.2. Разрезы вкрест простирания пласта Мощного в местах выемки 5 (а), 6 (б), 7 (в) слоев

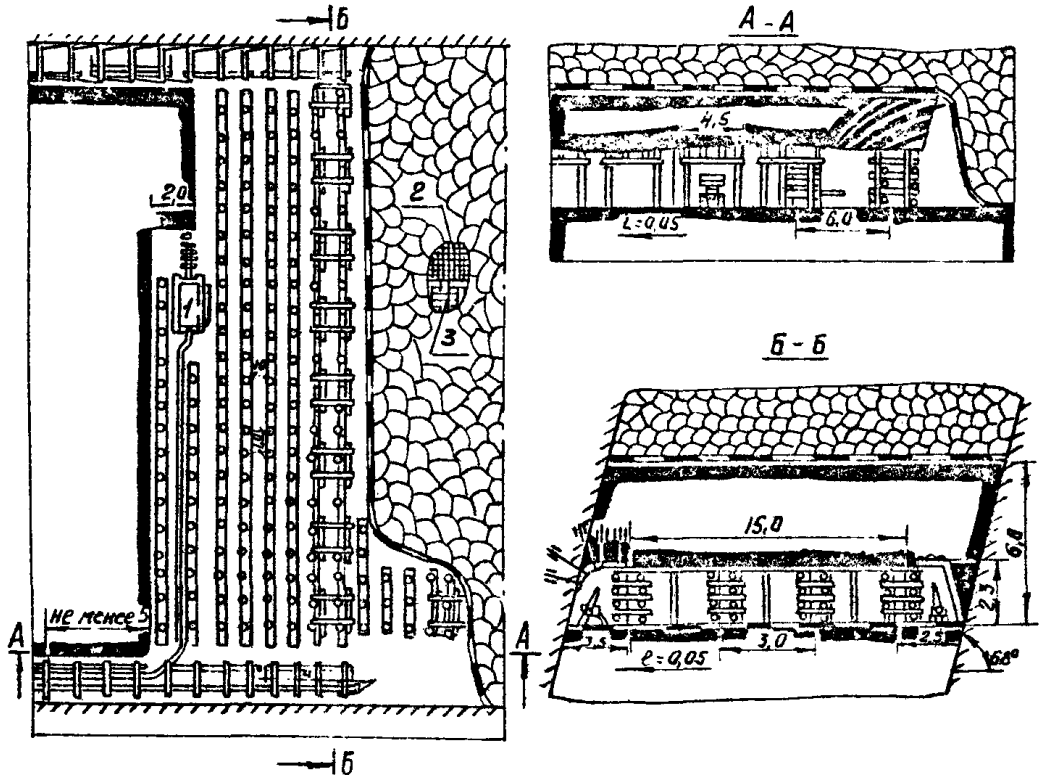


Рис. 4.3. Схема выемки монтажного слоя комбайном К-56МГ

ными в трех подэтажных штреках, заходками в направлении от границ выемочного блока в сторону углеспускного ската. Одновременно работы ведутся в монтажном слое и двух подэтажах.

Для того чтобы при выемке угля в подэтаже гибкое перекрытие в меньшей степени отходило от кровли пласта, ВНИИгидроуглем разработаны три технологические схемы выемки угля в подэтажах.

На рис. 4.4. показана технология выемки угля в заходке с диагональным расположением забоя в подэтажах под углом 40-50° к линии простирания пласта. При этом способе выемку угля в подэтаже производят заходками из трех подэтажных штреков, пройденных в плоскости пласта. Причем, заходки у кровли опережают заходки у почвы пласта на 15-20 м.

На рис. 4.5 показана технология выемки угля и управления гибким перекрытием в подэтаже опускными блоками. В этом случае массив угля в заходке подэтажа с помощью высоконапорной гидроотбойки разрезается на отдельные блоки, в которых в направлении от кровли к почве пласта по слабым пачкам угля прорезаются щели. После этого путем подсечки струей воды нижней части блока производится его выемка. По мере опускания отрезанного угольного блока происходит и опускание гибкого перекрытия.

На рис. 4.6 показана технологическая схема выемки угля с подсечкой очистной заходки комбайном.

Сущность данного способа состоит в том, что перед началом выемки угля в заходке I гидромонитором вынимаемый массив вкрест простирания пласта в направлении от кровли к почве подсекается ортами на всю длину вынимаемой заходки комбайном К-56МГ.

Подсечной орт площадью сечения 2х2 м проходится арочной формы без крепления с оставлением подзавального целика угля. Управление комбайном осуществляется дистанционно при нахождении машиниста комбайна в закрепленной выработке. После полной выемки подсечного орта комбайн выводится в подэтажный штрек и проводится следующий подсечной орт. В это время гидромониторами производится выемка подзавального целика угля из трех штреков в три этапа в направлении П-Ш. После отработки трех подэтажей снова проводится монтажный слой и настилается гибкое перекрытие. Установлено, что при выемке первого подэтажа (слоя) эксплуатационные потери угля составляют 6-8%, второго - 12-16%, третьего - более 20%.

С целью сокращения потерь при гидравлической добыче угля

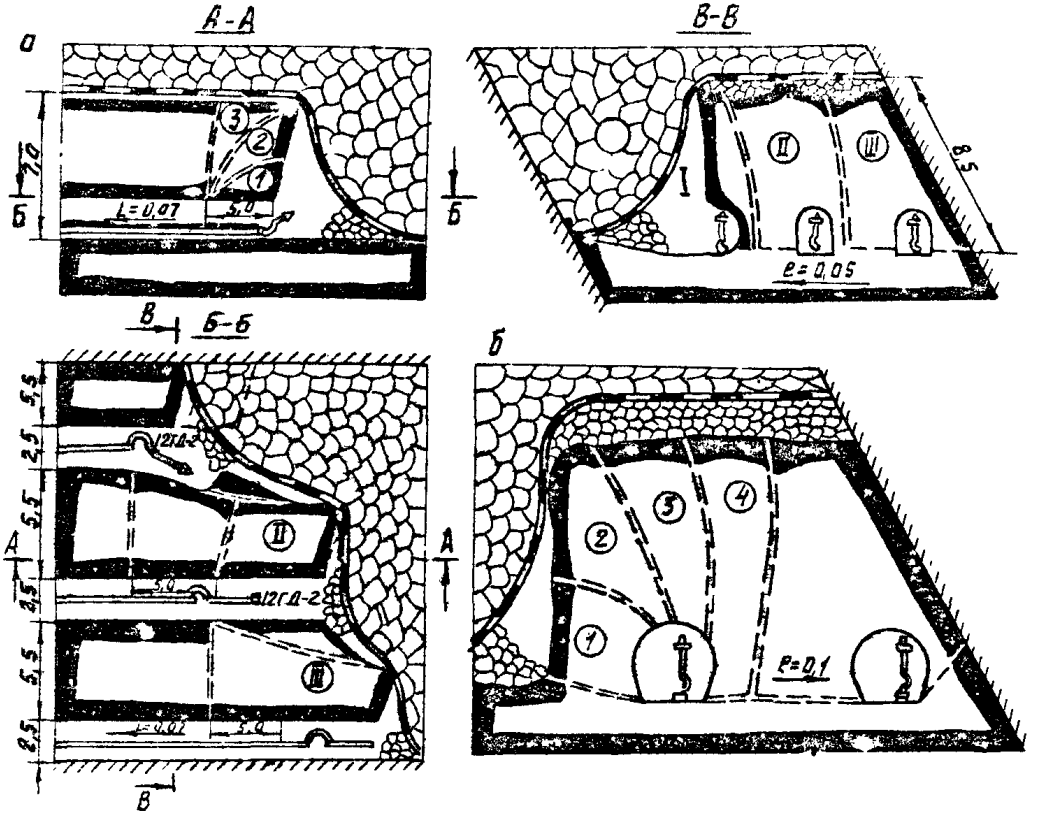


Рис. 4.4. Схема выемки угля в забоях с диагональным расположением гидромониторов: а – порядок выемки угля в подэтаже; б – последовательность выемки угля в заходке; I,II,III – номера подэтажей; 1,2,3,4 – очередность выемки угля в заходке

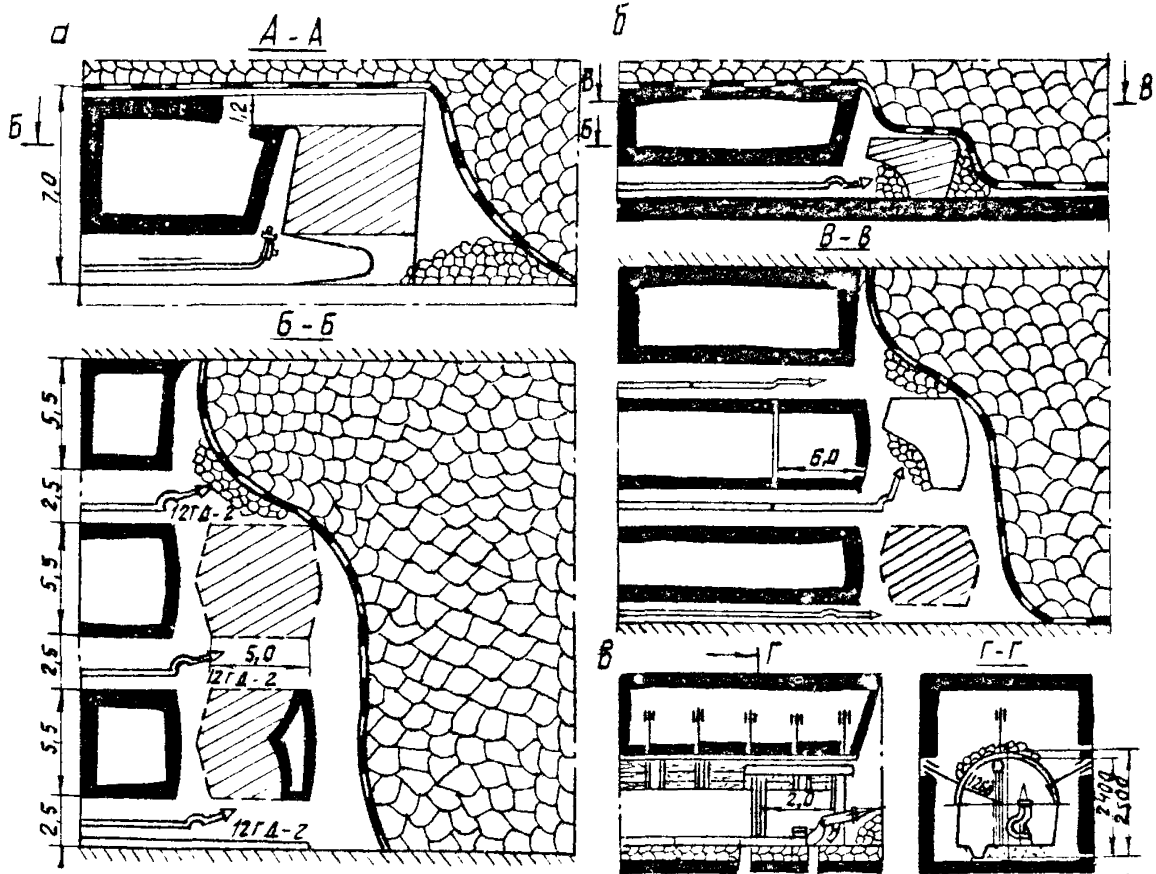


Рис. 4.5. Схема выемки угля и управления гибким перекрытием в подэтаже опускными блоками: а - схема выемки угля в подэтаже; б - выемка угля из опускного блока; в - крепь сопряжения подэтажного штрека с заходкой

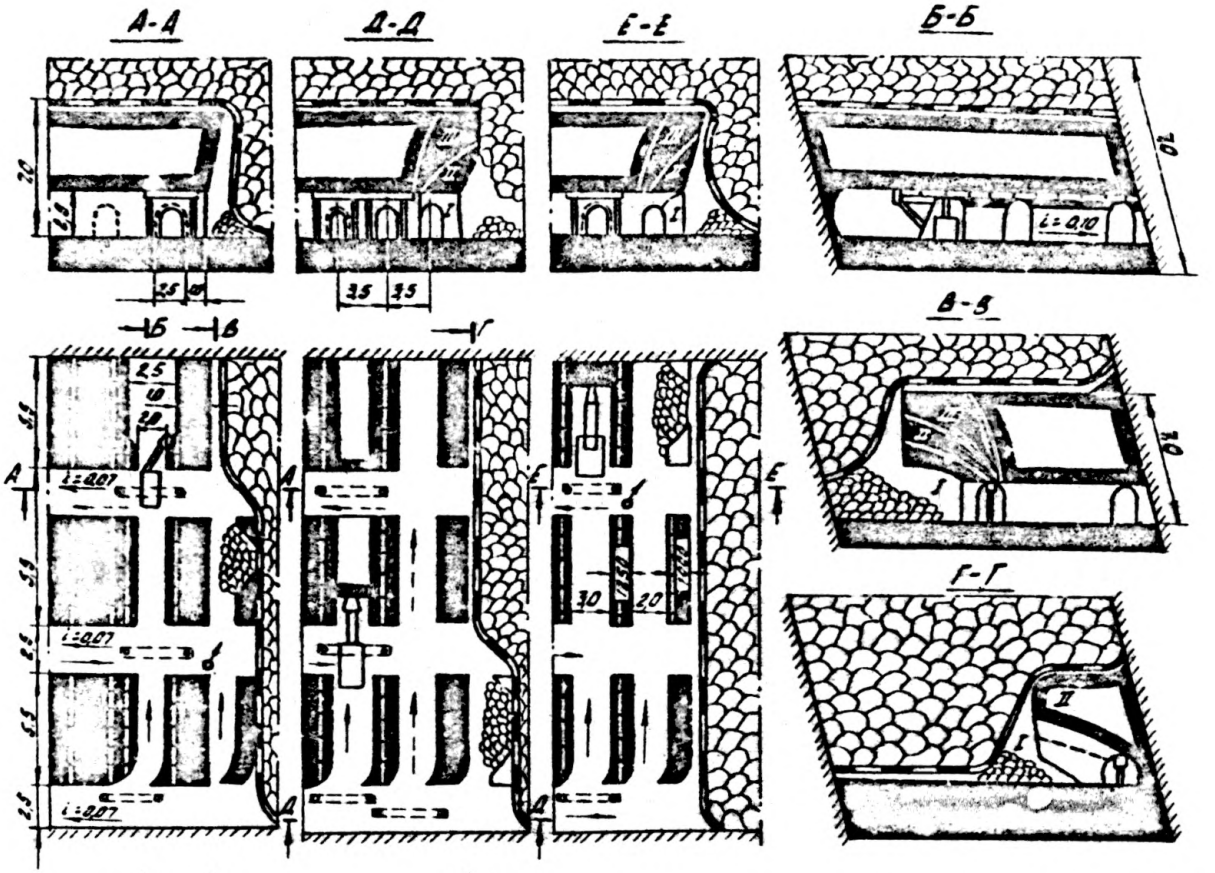


Рис. 4.6. Схема отработки угольного массива под гибким перекрытием полосами по восстанию с гидростойкой

отработку мощных пластов производят с гибким перекрытием, расположенным в двух плоскостях.

При отработке нарушенных участков пластов со слабоустойчивой кровлей может быть использован способ их предварительного анкерования полимерными анкерами, который может быть применен при отработке нарушенных участков мощных пластов в условиях шахт Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса.

Полимерный анкер, используемый в этом случае, состоит из набора ампул в виде оболочки, разделенной на участки по всей длине анкера путем пережима на отдельных участках. Внутри ампул находится эпоксидная смола с песком и отвердителем. Стержень из стеклоровинга изготавливается трех видов: сплошной (рис.4.7,а), полый и У-образный (рис.4.7,б).

Сплошной стержень диаметром 22,2 мм изготавливается склеиванием свернутых по спирали нитей диаметром 0,8-1,6 мм из стеклоровинга полиэфирной смолой, твердеющей при комнатной температуре, полый - путем укладки нитей из стеклоровинга вдоль оси трубки диаметром 22 мм с последующей пропиткой полиэфирной смолой. Через внутренний канал трубки подается раствор со смолой, после его затвердевания стержень закрепляется в скважине.

При слабых трещиноватых породах диаметр скважины увеличивается и в нее вставляется многорядный стержень У-образной формы без разрыва сплошности. Такая конструкция позволяет получить более надежное закрепление анкера в скважине. Для предупреждения вытекания смолы из скважины до ее отвердения на стержень надеваются манжеты.

Для предварительного анкерования слабоустойчивой кровли пласта у его почвы проводятся выработки 1 небольшого сечения (рис.4.7,в), из которых бурятся скважины 2 в кровлю пласта с последующей установкой полимерных анкеров.

В условиях Кузбасса может быть применена и другая схема предварительного анкерования слабоустойчивых пород или угольного массива, при которой бурятся восстающие (скважины) в направлении с откаточного до вентиляционного горизонта. После введения стержня из стеклоровинга или каната под давлением 4 МПа и более следует подавать раствор смолы, что позволит создать упрочненную зону нарушенного массива в радиусе до 3 м от стержня.

В этом случае скважины следует бурить параллельно напластованию пород через 4-8 м.

Гидравлическая добыча угля также требует дальнейшего совершен-

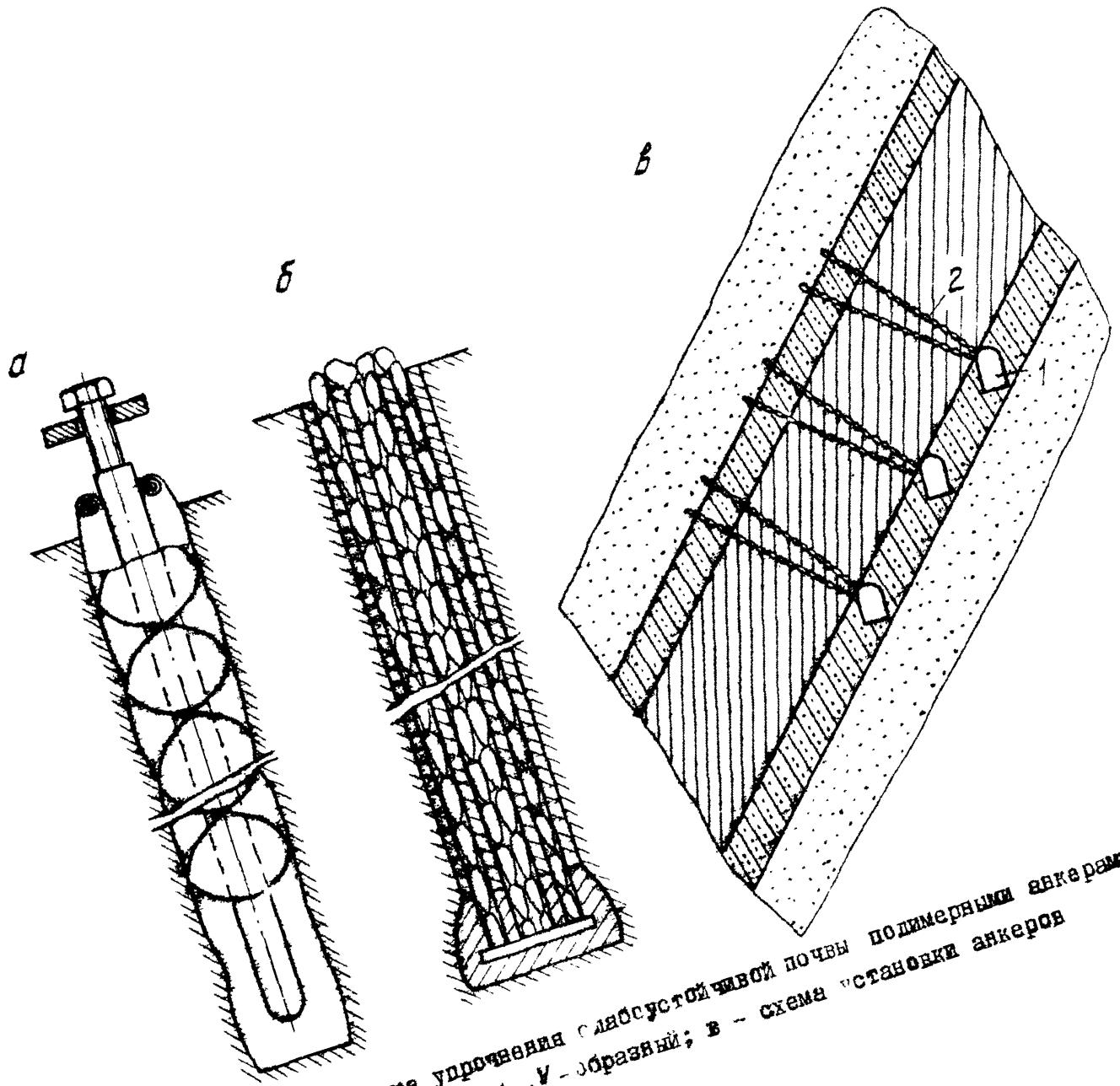


Рис. 4.7. Схема упрочнения слабоустойчивой почвы полимерными анкерами:
а – сплошной анкер; б – У-образный; в – схема установки анкеров

отвования как применяемого оборудования, так и технологических схем выемки угля.

С целью снижения количества проходимых нарезных выработок отбойка угля может производиться струтами с гидравлическим транспортом угля (рис. 4.8,а). Управление кровлей в этом случае производится самообрушением боковых пород с частичным перепуском их с вышележащего горизонта на органный ряд или костры. Для установки органного ряда или выкладки костров впереди очистного забоя проходятся разрезные печи на расстоянии, равном шагу обрушения. Применение гидравлического транспорта позволяет вымывать уголь при частичном обрушении (коржении) боковых пород. В этом случае обрушающаяся порода остается в выработанном пространстве.

С целью сокращения потерь выемка угля гидравлическим способом может производиться полосами по восстанию с полной гидравлической закладкой выработанного пространства (рис. 4.8,б). Для подготовки полосы к выемке рекомендуется проводить две оконтуривающие печи I и 2 со стороны почвы пласта и одну печь посередине полосы. По центральной печи заводятся канаты для подвески гидромонитора 3 с пульповодом. Управление работой гидромонитора осуществляется дистанционно или по заранее заданной программе. Для отделения заложенного пространства от рабочего используется наклонный полок, по которому отбитый гидромонитором уголь поступает в пульпоспускные трубы диаметром 800 мм, а из них на желоба, уложенные по аккумулирующему штреку. После подвигания забоя полосы на 2-3 м по восстанию пласта поднимается полок, пробивается органный ряд и под полок по гидрозакладочному трубопроводу подается закладочный материал для закладки выработанного пространства.

Отработка мощных пластов гидроспособом полосами по восстанию может производиться с предварительным анкерованием кровли пласта из ранее пройденного слоя I (рис. 4.8,в). Гидромониторы 2 в этом случае располагаются на почве пласта со стороны оконтуривающих полосу печей 3. Для резкого снижения потерь угля рекомендуется вынимать целики угля на вентиляционном 4 и откаточном 5 горизонтах и межполосовые целики 6 и 7 с последующей подачей твердеющей закладки. В последнем случае потери угля снижаются до 2-3%, т.е. практически они отсутствуют. Такая технологическая схема выемки угля без присутствия людей в очистном забое позволяет полностью предотвратить и возникновение эндогенных пожаров.

Возможна безлюдная отработка мощных пластов с гибким пере-

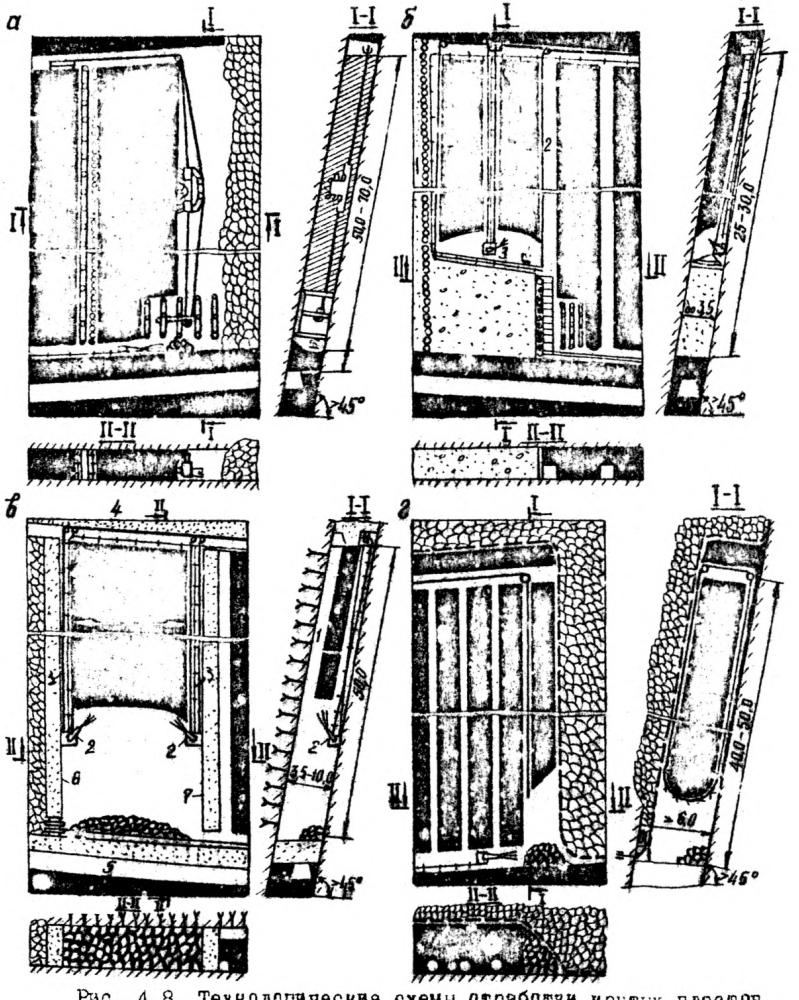


Рис. 4.8. Технологические схемы отработки крутых пластов с применением гидромеханизации:

а - стругами с гидротранспортом отбитого угля; б - полосами по восстанию с гидравлической закладкой; в - полосами во восстании с предварительной выемкой целиков угля на вентиляционном и откаточном горизонтах и между полосами; г - угольными пилами с гидротранспортом отбитого угля

крытием и с применением угольных пил с выемкой узкими полосами по восстанию (рис.4.8,г). Угольная пила располагается по мощности пласта. Ширина полос по простиранию составляет 1,5-2 м. Для заведения каната угольной пилы у почвы пласта на расстоянии 1,5-2 м по простиранию проходятся скважины диаметром 290-300 мм (рис.4.8,г). Под гибким перекрытием перед его настилкой по падению пласта на расстоянии 1,5-2 м по простиранию проходятся специальные канавы, которые перекрываются досками (плахами). При выемке угля угольными пилами отделение угля от массива под гибким перекрытием происходит непрерывным потоком небольшими порциями, что благоприятствует транспортированию угля вдоль забоя даже при небольшом свободном призабойном пространстве. По аккумулирующему штреку уголь транспортируется гидроспособом. Применение угольной пилы для выемки угля под гибким перекрытием позволяет увеличить высоту подэтажа до 100 м и резко сократить количество проходимых подготовительных выработок.

Важным фактором повышения производительности труда как при обычной технологии выемки угля, так и при гидравлической, в том числе при отработке особо мощных пластов, является внедрение новых форм организации труда.

Так, в 1979 г. комплексная бригада, возглавляемая Н.С.Коротаевым, с шахты "Тырганская" при отработке пласта Мощного мощностью 16-20 м с углом падения 63-66^0 при выемке угля подэтажными штреками с гидроотбойкой струями воды высокого давления (до 10 МПа) установила Всесоюзный рекорд добычи угля, добыв за год 515952 т угля. Отбойка угля производилась гидромониторами 12ГД с дистанционным управлением. Выемочный участок имел длину по простиранию пласта 150 м, наклонную высоту 98 м и был вскрыт на вентиляционном и откаточном горизонтах промежуточными квершлагами, пройденными с вентиляционного и откаточного штреков пласта Безымянного.

Подэтажные штреки площадью сечения вчерне 6,3 м^2 со стороны кровли и почвы пласта проходились комбайнами К-66МГ и ГПКГ на расстоянии друг от друга по падению пласта 10-12 м. После проведения подэтажных штреков в верхнем подэтаже комбайны без их разборки спускались по наклонным ортам для проведения нижележащих подэтажных штреков и т.д.

С целью снижения потерь угля со стороны кровли пласта в монтажной лаве и на почве горизонтального слоя настилалось гибкое

металлическое перекрытие, состоящее из металлических лент площадью сечения 50х3,I мм, укладываемых впереплет из расчета пять лент на I м. Сверху металлических полос также впереплет настилались два ряда металлической сетки.

Под гибким перекрытием посередине пласта для выемки угля дополнительно проходились подэтажные штреки.

Гидромониторы с дистанционным управлением для отбойки угля располагались в каждом подэтажном штреке.

Подэтажи в выемочном поле вынимались последовательно в нисходящем порядке.

Таким образом, в перспективе разработка пластов Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса наиболее рационально может быть решена переводом шахт на гидравлическую добычу угля. При этом производительность труда по шахте можно повысить в 2 раза независимо от осложнения горно-геологических условий с переходом шахт на более глубокие горизонты.

За счет более эффективной отработки нарушенных участков пластов гидроспособом с применением струй воды высокого давления, а также создания искусственной кровли из гибкого перекрытия можно значительно сократить и эксплуатационные потери угля.

5. НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЩИТОВОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ

5.I. Усовершенствованные варианты проведения и крепления монтажных рассечек

Рассечки на пластах мощностью до 6 м, как правило, проходятся широким забоем по простиранию пласта и крепятся деревянными рамами с усилением их двумя подхватами, опережающими забой рассечки на 6,5-7 м. В зависимости от мощности пласта крепь в рассечке устанавливается через 0,5-I м или сплошняком. Выемка угля в рассечке разрешается только после монтажа предыдущей секции щита.

Проведение рассечки начинается с проходки разрезного орта от углеспускной печи до кровли пласта. После установки в орте крепи производится его расширение в сторону междущитового целика, а затем в сторону угольного массива.

При отработке пластов мощностью до 4 м щитовой системой с применением арочных и бессекционных щитов КузНИУИ предложен способ

проведения вентиляционных штреков на полную мощность пласта с анкерной крепью с последующим использованием их без дополнительного расширения в качестве рассечек для монтажа щитов.

В зависимости от устойчивости угольного массива применяются плоские или арочные подхваты как гибкие из полосовой стали, так и жесткие подхваты.

Высота вентиляционных штреков принимается такой, чтобы после монтажа щита обеспечивался зазор между щитами и кровлей штрека не менее 0,5 м.

Применение такого способа проведения и крепления рассечек дает экономию от 3 до 27 руб. на 1 м выработки за счет снижения расхода крепежных материалов, стоимости по доставке и отсутствия дополнительных работ, связанных с проведением рассечки.

Для снижения трудоемкости монтажа щитовых агрегатов 1АЩМ предложен способ монтажа секций с одновременным проведением монтажной камеры ниже уровня подошвы вентиляционного штрека(рис.5.1).

После подвигания забоя монтажной камеры на 1 м с вентиляционного штрека при помощи лебедки и тали секция крепи опускается и соединяется с соседней с последующим распором ее между кровлей и почвой пласта. В этом случае секции агрегата 1АЩ выполняют одновременно функции крепи призабойного пространства рассечки.

На шахте "Зиминка" в Кузбассе анкерная крепь была применена для удержания междуэтажного целика угля при монтаже агрегата АЩ на пласте I Внутреннем мощностью 1,8-2,5 м с углом падения 78-81°. Глубина разработки от поверхности составляла 253 м. Щит имел длину 50 м. Рассечка для монтажа щита проводилась путем поддирки подошвы вентиляционного штрека на 3 м по падению пласта. Штрек имел ширину 3 м, высоту 3,2 м и был закреплен арочной металлической крепью из спецпрофиля с шагом установки 0,8 м.

Так как при углубке штрека арочная крепь со стороны почвы пласта лишалась опоры, то она с этой стороны была усилена анкерами.

Для удержания рам арочной металлической крепи на расстоянии 0,6-0,8 м от подошвы штрека по его длине были уложены круглые прогоны диаметром 18-22 см, длиной 3-3,2 м. Каждый прогон был закреплен тремя металлическими анкерами распорного типа длиной 1,6-1,8 м. В данном случае штрековая арочная металлическая крепь, усиленная анкерами, выполняла функции крепи монтажной рассечки.

При выемке угля щитами на пластах мощностью 8-10 м рассечки проводятся в несколько этапов короткими заходками с последующим монтажом каждой секции щита в два приема (рис.5.2). Вначале у

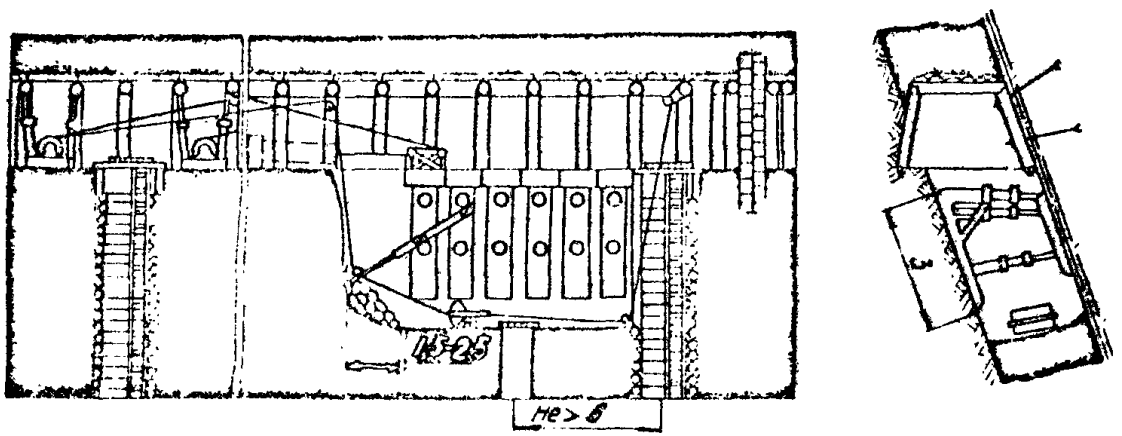


Рис. 5.I. Схема монтажа агрегата IAШМ на уровне вентиляционного штрека

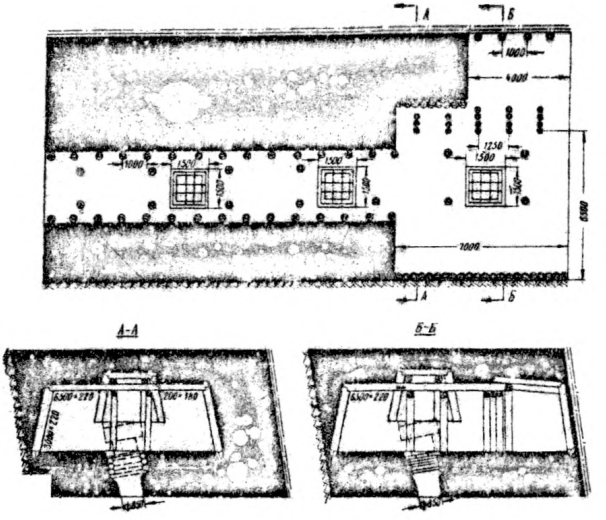


Рис. 5.2. Последовательность проведения щитовой рассечки короткими заходками

почвы пласта вынимается полоса на длину секции с некоторым запасом для удобства монтажа щита длиной 7 м и шириной вкрест простирания 6,5 м, у кровли пласта - длиной 4 м и шириной вкрест простирания I,5-3,0 м в зависимости от мощности пласта. В проведенной таким образом части рассечки монтируется половина секции щита. Швеллерные балки металлического каркаса щита, укладываемые по простиранию пласта со стороны кровли, изготовляются составными длиной 3 м каждая и соединяются между собой металлическими накладками и болтами. Затем осуществляется следующая заходка у кровли пласта шириной по простиранию 3 м и монтируется вторая половина первой секции щита. В дальнейшем цикл работ по проведению рассечки и монтажу следующих секций щита повторяется. Вентиляционная канава (проход) под щитом проводится по мере укладки настилина. Последний состоит из 5-7 рядов брусьев длиной 6,5 м, шириной 0,26 м, окантованных с двух сторон.

При ширине секции щита больше 6,5 м вкрест простирания пласта

укладываются составные брусья. Места соединения брусьев по длине в каждом вертикальном и горизонтальном рядах должны быть смещены и расположены по простиранию пласта между сдвоенными рядами стяжных болтов. После укладки накатника на длину секции сверху укладываются стяжные бревна (6 штук), накатник крепится стяжными болтами.

Для снижения трудоемкости работ в рассечках КузНИУИ совместно с производственным объединением "Прокопьевскуголь" разработаны паспорта крепления рассечек с применением металлических стоек постоянного сопротивления типа ТПК, МБ и инвентарных переносных подхватов крепи сопряжения рассечки со штреком. Наибольшее применение получили металлические стойки при проведении рассечек узкими заходками на пластах мощностью более 6 м (рис.5.3). В этом случае на расстоянии 6,5 м в штреке устанавливались два поперечных металлических подхвата I на четырех металлических стойках каждый. На подхваты по длине штрека укладывались всплошную деревянные прогоны 2 длиной 6,5-7 м. В средней части под прогоны 2 устанавливался сперенный подхват 3 на двух стойках каждый. Проведение рассечки начинается вкрест простирания пласта заходкой шириной 4 м путем ведения буровзрывных работ со скреперной доставкой угля до ближайшей углеспускной печи. Подвигание забоя рассечки за одно взрывание составляет I-I,2 м. Для крепления заходки верхняки у границы щитового столба укладываются на деревянные, а с противоположной стороны на металлические стойки 4. В первой заходке монтируется первая половина секции щита, которая затем стягивалась прогонами 6. После возведения костров под концы прогонов на первой половине смонтированной секции 5 щита начинается выемка угля во второй заходке. Металлические стойки извлекаются и используются во второй заходке и т.д.

Применение металлической крепи для крепления рассечки позволяет повысить производительность труда рабочих на 23-24% и снизить затраты по заработной плате на 2I-22%.

С целью снижения расхода крёпежного леса и повышения безопасности работ в щитовых рассечках при отработке мощных пластов следует расширить опыт применения металлокрепи, а также создать и внедрить механизированный комплекс для их проведения типа КПР конструкции КузНИУИ (рис.5.4).

Комплекс состоит из гидрофицированной крепи с гидростойками I,7, крепи сопряжения 2 штрека с рассечкой, выемочного комбайна 3, забойного 4 и доставочного 5 конвейеров, аппаратуры дистанционного

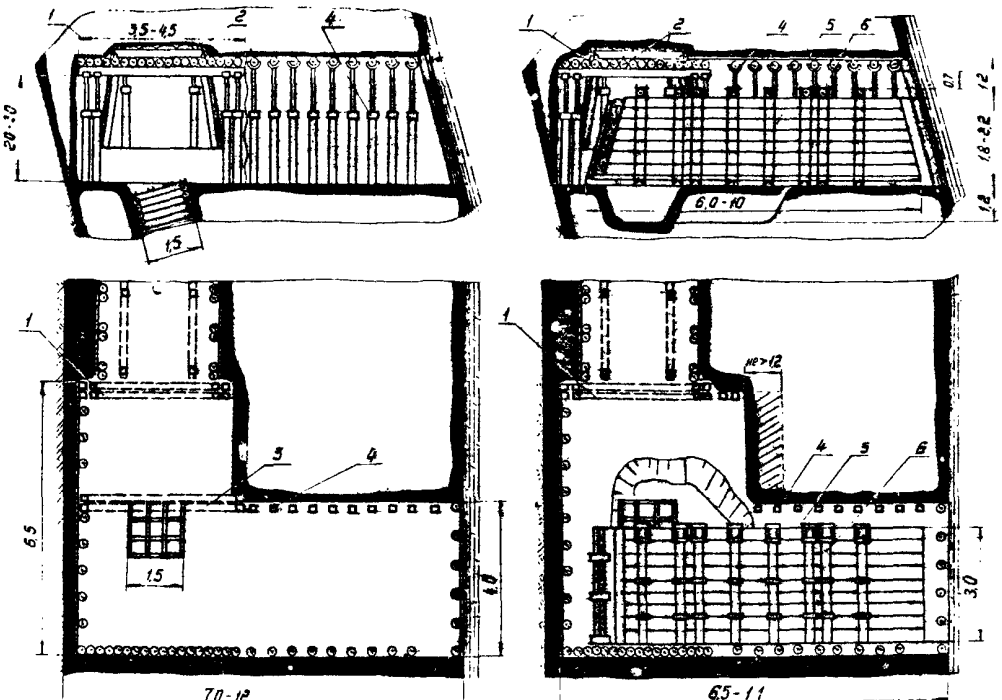


Рис. 5.3. Паспорт проведения и крепления рассечек с применением металлической крепи

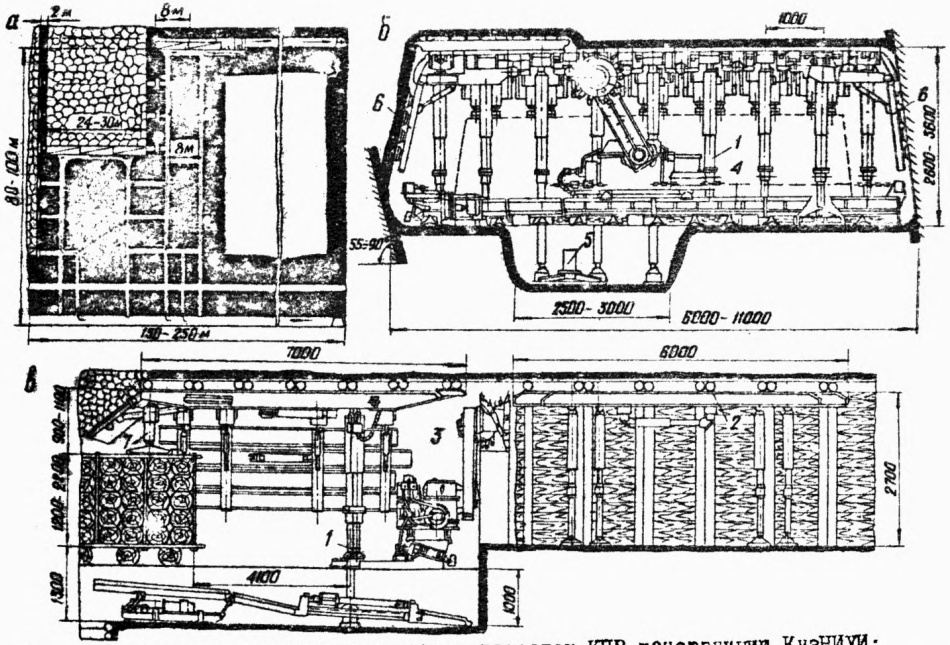


Рис. 5.4. Комплекс проведения щитовых рассечек КПР конструкции КузНИУИ:
а – схема подготовки выемочных столбов; б – вид на комплекс по мощности пласта; в – то же, по простиранию пласта

управления, гидрооборудования и системы пылеподавления.

Механизированная крепь оградительно-поддерживающего типа состоит из бортовых, линейно-бортовых и линейных секций. Каждая секция крепи в свою очередь состоит из верхняка, ограждения, одной передней и двух задних гидравлических стоек. Домкрат передвижки секции расположен под перекрытием и закреплен штоком к передней части верхняка, а корпусом - к задней части соседнего верхняка, что позволяет производить передвижку верхняков с подпором потолочины рассечки и управлять крепью в горизонтальной плоскости. Верхняки связаны между собой шпунтовыми соединениями. Для поддержания боковых стенок рассечки со стороны кровли и почвы пласта гидрофицированная крепь оборудована опорными щитами 6. Задние стойки 7 гидрофицированной крепи устанавливаются на смонтированную секцию щита, а передние I - на почву рассечки.

Выемочная машина с одношнековым исполнительным органом имеет возможность поворачиваться на 360°, что позволяет производить выемку угля в забое рассечки и в горизонтальном проходе-канаве.

С целью сокращения длины комбайна и увеличения его устойчивости электродвигатель расположен с боку основного редуктора параллельно продольной его оси, т.е. по ширине машины. Передача крутящего момента осуществляется через приставку, соединяющую электродвигатель с главным редуктором.

5.2. Щиты с механизированной выемкой угля

Из щитов с механизированной выемкой угля наибольшее распространение получил щитовой агрегат типа IАЩ.

Механизированные щитовые агрегаты предназначены для комплексной механизации выемки угля из очистных забоев пластов мощностью I,2-2,2 м с углом падения 50-90°. Боковые породы, вмещающие пласт, должны быть не ниже средней устойчивости.

Агрегат IАЩ состоит из гидрофицированной оградительно-поддерживающей щитовой крепи, конвейера-струга и вспомогательного оборудования. Привод конвейера-струга может быть как пневматическим, так и электрическим (рис.5.5).

Механизированная крепь агрегата IАЩ состоит из однотипных секций I, снабженных двумя гидростойками 2 и лыжами 3 со стороны кровли и почвы пласта. Сверху агрегата со стороны угольного целика располагается двухрядный деревянный накатник 4 и металличе-

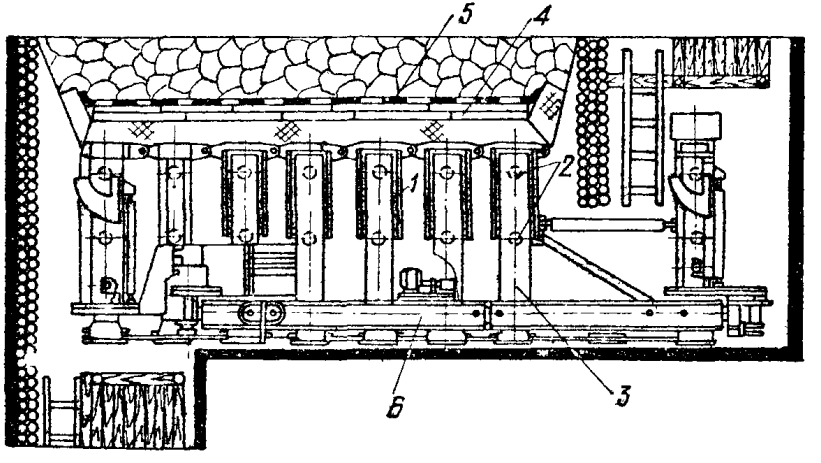


Рис. 5.5. Общий вид щитового агрегата ЦАШ

ская сетка 5. Конвейероструг 6 служит для выемки и доставки угля вдоль забоя и представляет собой выемочную машину фронтального действия. Состоит он из выемочного органа, привода, направляющей балки, скребково-режущей цепи, замкнутой в горизонтальной плоскости, механизмов перемещения и гидросистемы. При помощи механизмов перемещения, устанавливаемых через 6 м по длине агрегата, конвейероструг крепится к секциям щитовой крепи.

Перед выемкой угля щитовая крепь распирается между боковыми породами, и лыжа со стороны почвы пласта упирается в угольный забой. По падению пласта выдвигаются гидродомкраты и конвейероструг зарубается у кровли пласта по всей длине забоя на глубину 0,75 м. Ширина вруба составляет 0,96 м. Затем конвейероструг гидродомкратом подается к почве пласта.

Перед посадкой щита механизм перемещения возвращается в исходное положение. Посадка щита производится одновременно по всей длине забоя без потери контакта секций крепи с боковыми породами, что достигается уменьшением давления в гидросистемах.

Согласно рекомендациям по технологии выемки угольных пластов щитовыми агрегатами, разработанным ДонУГИ, наиболее типичными являются четыре схемы подготовки участков для отработки пластов щитовыми агрегатами (рис.5.6). По первой схеме (рис. 5,6,а) выемочный участок вскрывается с группового штрека I наклонными гезенками 2, пройденными по породе с группового штрека. На вентиляционном горизонте проводятся квершлаги 3 для каждого столба с группового штрека 4.

По второй схеме (рис. 5.6,б) выемочный участок на откаточном штреке вскрывается квершлагами 2, проводимыми с группового штрека I, а на вентиляционном горизонте восстанавливаются старые или проводятся новые квершлаги 3 для каждого столба с группового или полевого штрека 4.

По третьей схеме (рис. 5.6,в) выемочный участок подготавливается откаточным I и вентиляционным 2 штреками с отработкой на передние квершлаги 3 и 4.

Четвертая схема (рис.5.6,г) характеризуется подготовкой выемочных столбов без проведения квершлагов на откаточном горизонте.

На шахтах Кузбасса при отработке пластов агрегатами ІАЩ вначале применялась схема с отработкой щитовых столбов без оставления межщитовых целиков угля (рис. 5.7,а).

В этом случае по мере подвигания агрегата около ходовой печи

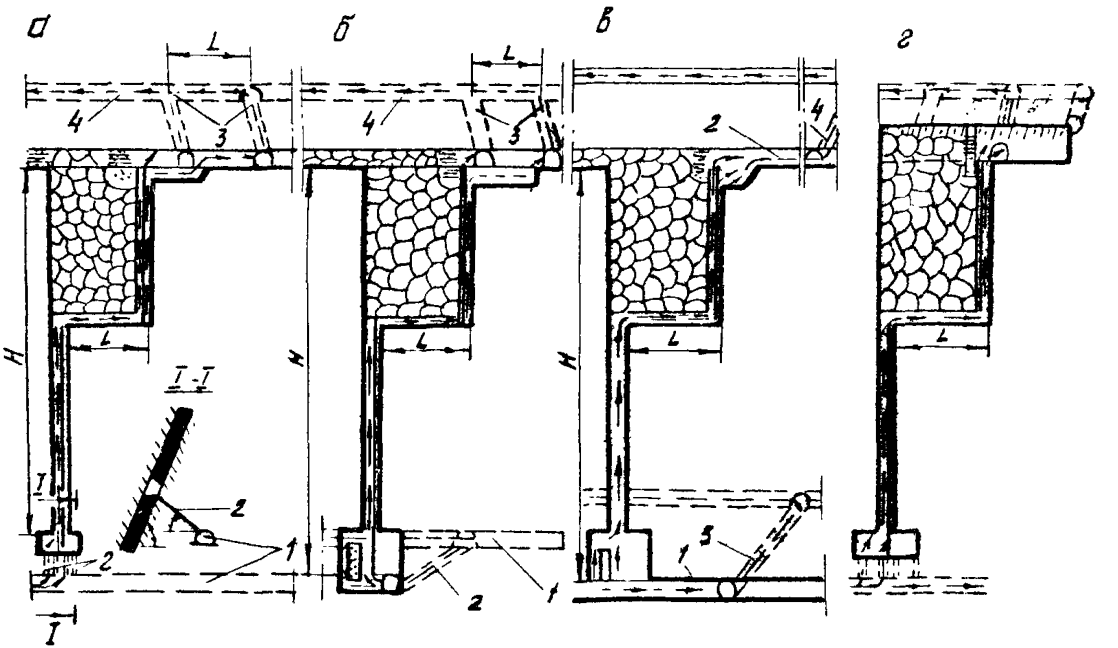


Рис. 5.6. Схемы подготовки участков для отработки пластов щитовыми агрегатами ЦАЩ:
а – схема I; б – схема II; в – схема III; г – схема IV

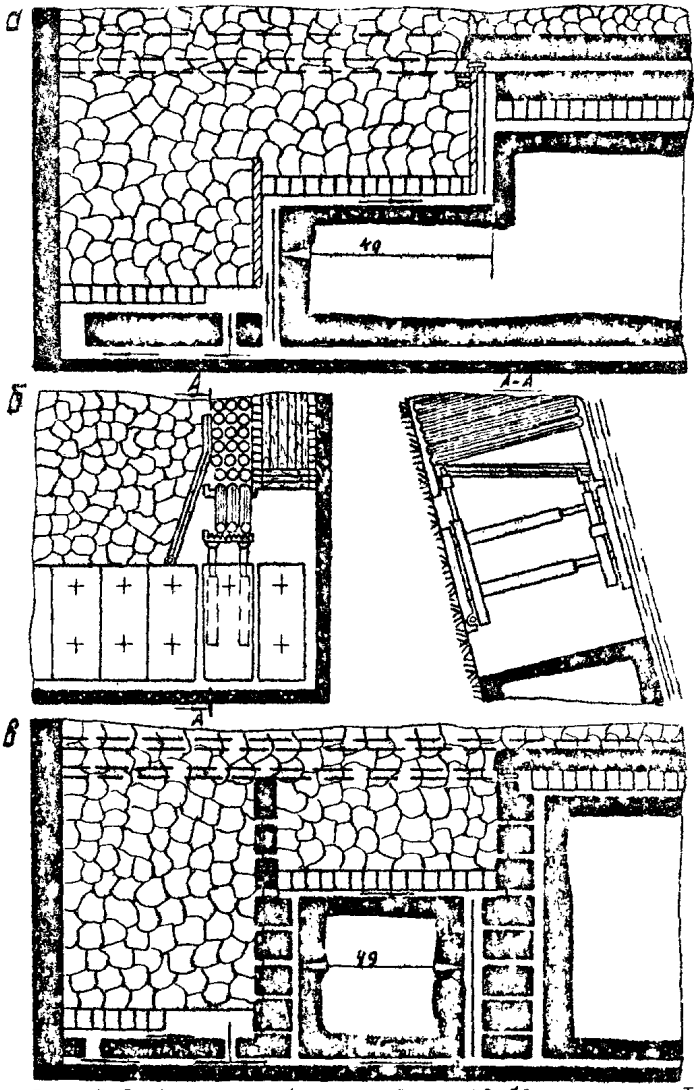


Рис. 5.7. Схемы отработки щитовых столбов агрегатом ЛАШ:
а - с пробивкой органного ряда; б - схема возведения органного ряда; в - с оставлением межстолбовых целиков угля

возводился трехрядный или четырехрядный органный ряд (рис.5.7,б) на расстоянии I,6 м от угольного массива при разработке пластов мощностью свыше 2,2 м и на расстоянии 3 м при мощности пласта менее 2,2 м.

В связи со значительным расходом лесных материалов на возведение органного ряда (до I,2 $м^3$ на I м) и большой трудоемкостью работ по его возведению в дальнейшем от этой схемы отказались и применили обычную схему отработки щитовых столбов с оставлением межстолбовых целиков угля (рис.5.7,в).

Для отработки пластов мощностью 0,7-I,3 м с углом падения 40-90° с сопротивляемостью угля резанию до 2 кН/см следует применять агрегаты IАНШ.

Агрегат IАНШ предназначен для комплексной механизации и автоматизации работ на пластах с боковыми породами не ниже средней устойчивости при отработке пластов полосами по падению и управлении горным давлением полным обрушением пород и состоит из механизированной крепи, конвейероструга, электрооборудования или пневмооборудования, гидрооборудования и насосной станции.

Механизированная крепь поддерживающего типа длиной 40 м включает в себя секции подвески (9 шт.), линейные секции (2I шт.), посадочные стойки (9 шт.), межсекционные связи, защитные фартуки и щиты, гидрооборудование.

Секция подвески крепи (рис.5.8) состоит из основания I, ограждения 2, двух отжидных телескопических ограждений, перекрытия 3, маятниковой опоры 4, двух гидростоек 5, двух гидродомкратов подачи 6, гидродомкрата качения 7, двух гидропатронов, двух рессорных перекрытий.

Конвейероструг по конструкции аналогичен конвейеростругу агрегата IАШ.

Работа агрегата IАНШ осуществляется следующим образом.

После передвижения крепи на забой включаются гидродомкраты подачи и осуществляется фронтальная зарубка конвейероструга, после чего производится фронтальная отбойка угля при работе домкратов качения. После выемки полосы угля на полную мощность пласта на глубину захвата конвейероструг выключается и передвигаются секции крепи с последующим возведением органного ряда. Затем цикл работ по выемке угля повторяется.

Переход от буровзрывной отбойки и самотечной доставки угля под щитами на механизированную выемку позволяет значительно повысить эффективность щитовой системы разработки.

На шахте "Зиминка" в Кузбассе в июле 1979 г. с применением

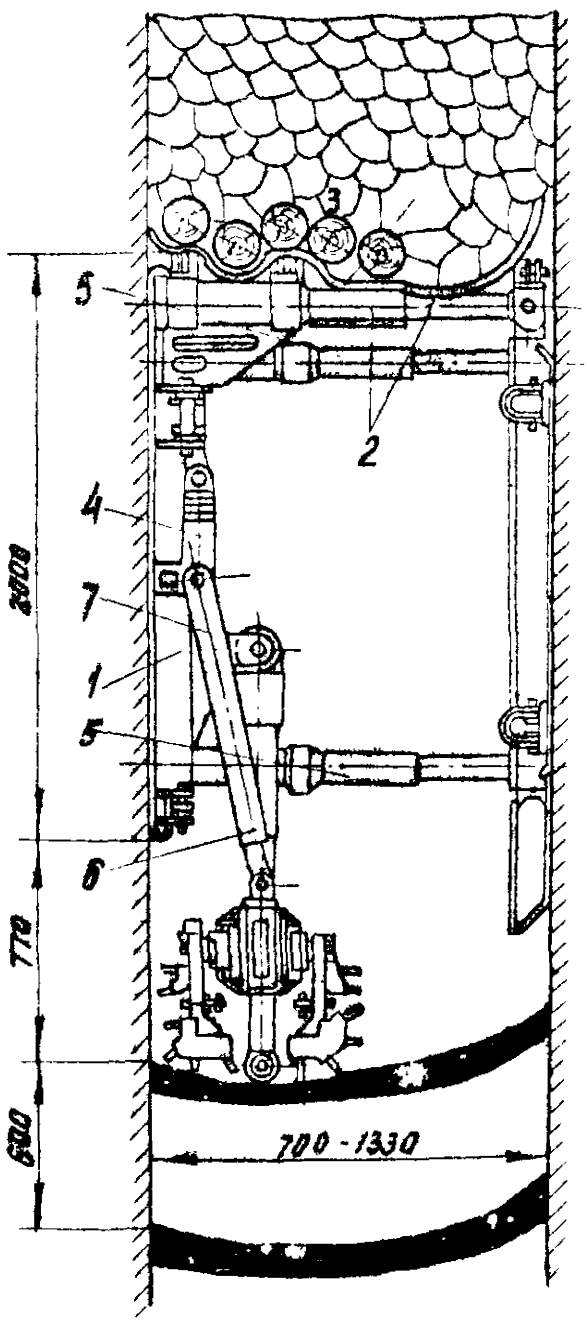


Рис. 5.8. Секция крепи агрегата 1АНШ

сдвоенного агрегата ІАШМ длиной 123 м при отработке пласта УІ Внутреннего было добыто за 31 рабочий день 33116 т угля.

Пласт имел мощность 2,1-2,4 м, угол падения 69-72°. Коэффициент крепости угля по шкале проф. М.М.Протодьяконова составлял 0,7-0,9.

Непосредственная кровля пласта мощностью 0,2-0,6 м с коэффициентом крепости, равным 4, была сложена неустойчивым кливажистым аргиллитом, основная - монолитным устойчивым песчаником с коэффициентом крепости 8-10.

Непосредственная почва пласта мощностью 0,4-0,8 м с коэффициентом крепости 4-7 сложена неустойчивым аргиллитом, основная с коэффициентом крепости 6-8 - темно-серым слоистым аргиллитом за счет прослоев алевролитов и пачек крепкого колчедана.

Длина выемочного поля по простиранию пласта составляла 410 м, по падению 107 м.

В очистном забое один агрегат, со стороны завала, был смонтирован длиной 45 м, второй, со стороны массива угля, имел длину 78 м.

Выемочный столб оконтуривался двумя окатами, крепи щитовых агрегатов соединялись между собой гибкой связью.

Для обслуживания угледобывающего механизированного агрегата ІАШМ была создана сквозная комплексная бригада в составе 33 горнорабочих очистного забоя.

Выемка угля в очистном забое производилась по уступной двухсторонней схеме. В начале каждой добычной смены агрегат находился в исходном положении (рис.5,9): исполнительный орган для выемки угля 8 приподнят, перекрытие 3 и основание перекрытий крепи 7 распорты гидростойками 2, основание перекрытия 7 удалено от забоя на 700 мм. После осмотра и приведения рабочих мест в безопасное состояние осуществлялась посадка на забой частями по 20-35 секций без потери контакта секции крепи с боковыми породами путем снижения давления в гидростойках, а затем секции крепи распирались между кровлей и почвой пласта гидростойками при давлении 18 МПа. Эти операции выполнялись в течение 22 мин под агрегатом № 1 (длиной 45 м) и 30 мин под агрегатом № 2 (длиной 78 м).

По сигналу помощника ("Осмотр агрегата после посадки на забой завершен") машинист выемочных машин включал двигатель конвейера-струга и насосную станцию СНУ-5; конвейер-струг с помощью гидродомкратов, устанавливаемых помощником, подавался на забой, и производились зарубка в пласт у кровли на полный ход гидродомкрата (на 0,7м)

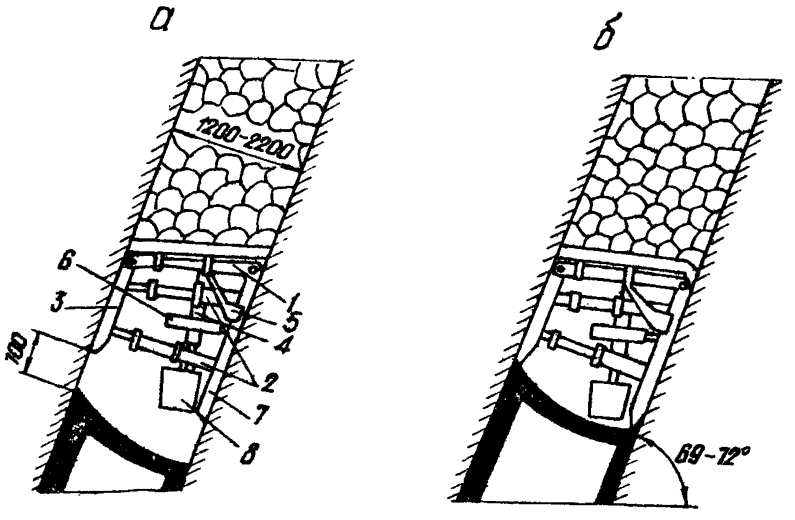


Рис. 5.9. Схема расположения агрегата ГАШМ в забое:
а - исходное положение секции: I - раздвижная рама; 2 - гидростойки; 3 - перекрытие; 4 - телескопический рычаг с гидродомкратом подачи конвейероструга; 5 - гидрораспределитель; 6 - гидродомкрат качения конвейероструга; 7 - основные перекрытия; 8 - конвейерострут; б - положение конвейероструга в процессе выемки угля

Выемка угля из зарубной щели под агрегатом № I с учетом перерывов в период обмена груженого состава производилась за 60 мин и 120 мин под агрегатом № 2.

После окончания работ по выемке угля из зарубной щели машинист выемочных машин устанавливал рукоятки гидродомкратов в положение "отвод": конвейерострут домкратами качания подавался к кровле пласта, затем рукоятки гидроблоков устанавливались в положение "отбойка" и производилась выемка угля со стороны кровли пласта.

Выемка угля со стороны кровли пласта с учетом перерывов в период обмена груженого состава производилась под агрегатами № I и № 2 за 60 мин.

После выемки угля со стороны кровли пласта машинист выемочных машин, закончив осмотр состояния агрегата, устанавливал рукоятки гидродомкратов в положение "отбойка". Конвейерострут домкратами качания подавался к почве пласта, и производилась выемка угля. После этого машинист выемочных машин производил переключение гидроблоков и осуществлял подъем конвейерострута в исходное положение.

Выемка угля со стороны почвы пласта и подъем конвейерострута в исходное положение под агрегатом № I производились за 5I мин и под агрегатом № 2 за II8 мин.

На этом заканчивалась рабочая смена. В течение добычной смены выполнялся один цикл с подиганием забоя на 0,7 м.

Одновременно с выемкой угля возводилась органная крепь для охраны ската. Для выполнения этой работы в каждую смену выходили два горнорабочих очистного забоя.

Повышение эксплуатационной надежности работы агрегата ІАШМ обеспечивалось проведением регулярных планово-предупредительных осмотров и ремонтов оборудования. Проверка технического состояния агрегата производилась в начале каждой смены, в перерывах, в период обмена груженого состава и ежесуточно в первую ремонтно-подготовительную смену. Ежесменные осмотры осуществлялись машинистом и помощником машиниста выемочных машин, рабочими очистного забоя и электрослесарями.

Ежесменный осмотр и ремонт агрегата включал в себя проверку исправности секций крепи и их связи; гидроузлов и всей гидросистемы; приводных и обводной головок конвейерострута; проверку и замену неисправных зубков; проверку надежности работы гидроблоков, гидродомкратов подачи и качения, пульта управления и гибкой межщитовой связи агрегатов № I и № 2; проверку уровня и доливку

масла в редукторы, эмульсии в СНУ-5; настройку СНУ-5; набивку солидолом подшипников приводных и обводной головок; ремонт неисправностей.

В ремонтную (первую) смену в очистном забое производились демонтаж углеспускных труб, настилка полка и вырубка окна в скате, выемка откосов с применением взрывных работ, осмотр и ремонт агрегатов, перемонтаж коммуникации агрегата, осмотр и ремонт насосной станции СНУ-5, возведение органного ряда крепи для сохранения ската в выработанном пространстве, очистка и смыв угольной пыли в скатах.

Успешное выполнение разработанной организации труда позволило обеспечить высокие технико-экономические показатели: добыча угля возросла в 3,38 раза, производительность труда рабочего - в 2,58 раза, себестоимость по участку снизилась в 2,5 раза. От снижения себестоимости получена экономия в сумме 69,4 тыс. руб.

На основе анализа работы сдвоенного агрегата 1АЩМ установлено, что рациональная скорость монтажа или демонтажа агрегата и скорость проведения ската с целью предотвращения разрывов при отработке щитовых столбов должны определяться из выражений, разработанных в КузНИУИ .

$$V = \frac{\ell A_{сут} \sin\alpha}{\ell m \gamma c (H - 3\sin\alpha) - 5 A_{сут} \sin\alpha};$$

$$V_{ск} = \frac{H A_{сут}}{\ell m \gamma c (H - 3\sin\alpha) - 5 A_{сут} \sin\alpha},$$

где V - скорость монтажа или демонтажа агрегата, м/сут;
$V_{ск}$ - скорость проведения ската, м/сут;
ℓ - длина очистного забоя, м;
m - вынимаемая мощность пласта, м;
γ - плотность угля в целике, т/м^3;
c - коэффициент извлечения запасов по вынимаемой мощности пласта;
H - вертикальная высота этажа, м;
α - угол падения пласта, град;
$A_{сут}$ - суточная нагрузка на очистной забой, т;
5 - время, необходимое для обкатки и отладки оборудования, сут.

Суточная нагрузка на очистной забой ($A_{сут}$, т) определяется как

$$A_{сут} = \frac{(T_{см} - t_{пз} - t_{лн}) N_{см} \ell_м \gamma c h_ц}{T_ц},$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, мин;

$t_{пз}$ – продолжительность подготовительно-заключительных операций на смену, мин;

$t_{лн}$ – затраты рабочего времени на личные надобности в течение рабочей смены, мин;

$N_{см}$ – количество рабочих смен по добыче угля;

$h_ц$ – шаг посадки щитового агрегата ЦАШМ за цикл, $h_ц = 0{,}7$ м;

$T_ц$ – продолжительность цикла, мин,

$$T_ц = \ell_{аг} m_з \gamma c h_ц \sum_{i=1}^{n} t_{iз} + \ell_{аг} m_{отб.кров} \gamma c h_ц \times$$

$$\times \sum_{i=1}^{p} t_{i\,отб.кров} + \ell_{аг} m_{отб.поч} \gamma h_ц \sum_{i=1}^{к} t_{i\,отб.поч} +$$

$$+ \sum_{i=1}^{z} t_{i\,подъем} + \sum_{i=1}^{t} t_{i\,посадка} + \frac{15 \ell_{аг} m \gamma c h_ц}{n_{баг} a},$$

где $\ell_{аг}$ – длина агрегата, м;

$m_з$ – ширина зарубной цели, м;

$\sum_{i=1}^{n} t_{iз}$ – затраты рабочего времени на выполнение i-х операций, приходящиеся на выемку 1 т угля из зарубной цели, мин;

$m_{отб\,кров}$ – ширина вынимаемой полосы у кровли пласта, м;

$\sum_{i=1}^{p} t_{i\,отб.кров}$ – затраты рабочего времени на выполнение i-х операций, приходящиеся на выемку 1 т угля из вынимаемой полосы у кровли пласта, мин;

$m_{отб\,поч}$ – ширина вынимаемой полосы у почвы пласта, м;

$\sum_{i=1}^{к} t_{i\,отб.поч}$ – затраты рабочего времени на выполнение i-х операций, приходящиеся на выемку 1 т угля из вынимаемой полосы со стороны почвы пласта, мин;

$\sum_{i=1}^{z} t_{i\,подъем}$ – затраты рабочего времени на выполнение i-х операций при подъеме агрегата в исходное положение, мин;

$\sum_{i=1}^{i} t_{i\ посадки}$ - затраты рабочего времени на выполнение i-х операций при посадке щитового агрегата на забой, мин;

$n_{ваг}$ - количество шахтных вагонеток на погрузочном пункте;

Q - масса угля в одной шахтной вагонетке, т;

15 - время маневровых работ при замене груженого состава шахтных вагонеток, мин.

В результате внедрения рекомендаций по распространению передового опыта организации труда в очистных забоях, оборудованных щитовыми агрегатами ІАШМ, обеспечивается:

- повышение уровня концентрации очистных работ в пределах выемочного поля в 3-4 раза;

- непрерывность очистной выемки угля в пределах выемочного поля;

- прирост добычи угля из очистного забоя 150-200 тыс.т/год;

- уменьшение трудоемкости проведения подготовительных выработок в 2 раза;

- повышение производительности труда рабочих в 1,5-2 раза;

- снижение издержек производства на добычу угля в пределах 250-300 тыс.руб/год за счет уменьшения постоянных расходов, приходящихся на 1 т добычи, и уменьшения затрат на проведение и поддержание горных выработок.

Для механизации выемки угля под щитовым перекрытием на мощных пластах СО АН СССР предложен щитовой комплекс "ВМШ-Зиминец", предназначенный для выемки угля в очистном забое с использованием исполнительного органа от проходческого комбайна типа ПК-3м.

Щитовой комплекс "ВМШ-Зиминец" включает в себя щитовое перекрытие 1, отбойную машину 2, направляющую 3, механизм перемещения, кабелеукладчик, конвейер, электрооборудование (рис.5.10).

Щит длиной 30 м состоит из трех рядов брусчатого наката площадью сечения 30х35 см каждый. Между нижним и средним рядами наката на расстоянии 0,7 м от торцов щита размещаются два пояса из швеллерных балок № 30, через каждые 2 м швеллерные балки ослаблены путем вырезки полок с целью образования в этих местах шарниров, необходимых при изгибе щита во время его работы. Внутри полок швеллеров помещаются по два стальных троса диаметром 30 мм для усиления швеллеров в ослабленных местах. Нижние брусья накатника соединяются хомутами со швеллером и средним брусом, а средний с верхним. Сверху щита располагается один ряд панцирной сетки.

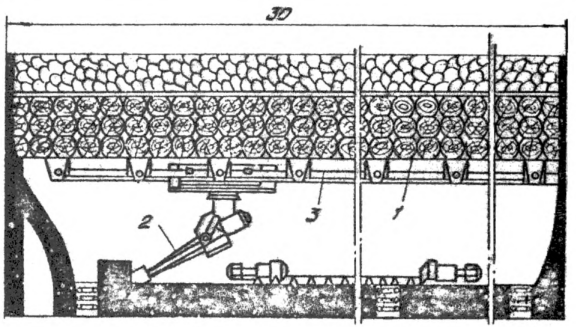


Рис. 5.10. Схема механизированной выемки угля на мощных крутых пластах с применением комплекса "БМЩ-Зимнец" для механизации разрушения опорных целиков

а по торцам со стороны кровли пласта - фартуки из листовой стали. Щит со стороны торцов закруглен для удобства обработки забоя исполнительным органом машины. Для подвески гидроподающей части ГПЧ-ГЦ и свободных блоков по концам щита предусмотрены металлические рамы. Снизу щита подвешиваются шпалы, к которым прикрепляются направляющие для перемещения отбойного органа машины. Уголь вдоль забоя транспортируется скребковым конвейером. Масса комплекса 211 т, в том числе металла - 42 т.

5.3. Отработка особо мощных пластов с использованием гибких перекрытий

Для отработки весьма мощных крутых пластов (более 10 м) с углом падения свыше 65^0 на шахтах Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса может в соответствующих горно-геологических условиях применяться вариант щитовой системы разработки с применением гибких перекрытий УКГП нескольких равновидностей. Сущность варианта заключается в том, что мощный крутой пласт подготавливается по схеме спаренных или послойных щитов (рис.5.11).

На вентиляционном горизонте в одной плоскости монтируются у почвы пласта гибкое перекрытие, а у кровли - секции щита каждая длиной по простиранию 6 м и шириной вкрест простирания пласта 3-4 м.

Для усиления гибкого перекрытия через каждые 3 м по простиранию пласта укладывается металлический канат. У кровли пласта перекрытие надежно прикрепляется к секциям щита, а у почвы - к трубе диаметром 200-250 мм или канату диаметром 30-50 мм.

Гибкое перекрытие состоит из металлических лент площадью сечения 3,2х50 мм. Количество лент, укладываемых на 1 $м^2$, зависит от вынимаемой мощности пласта и обрушаемости кровли и колеблется от 6х6 до 10х6. Сверх основы гибкого перекрытия настилается металлическая сетка в два ряда. По торцам гибкое перекрытие усиливается бревнами длиной 3-4 м, которые укладываются по простиранию пласта на металлическую основу и крепятся металлическими поясами.

Выемка угля под щитом и гибким перекрытием осуществляется буровзрывным способом при расположении шпуров не ближе 0,7 м от гибкого перекрытия. Основные варианты выемки угля при системе разработки УКГП показаны на рис.5.12.

При отработке пласта мощного мощностью 12-14 м с углом паде-

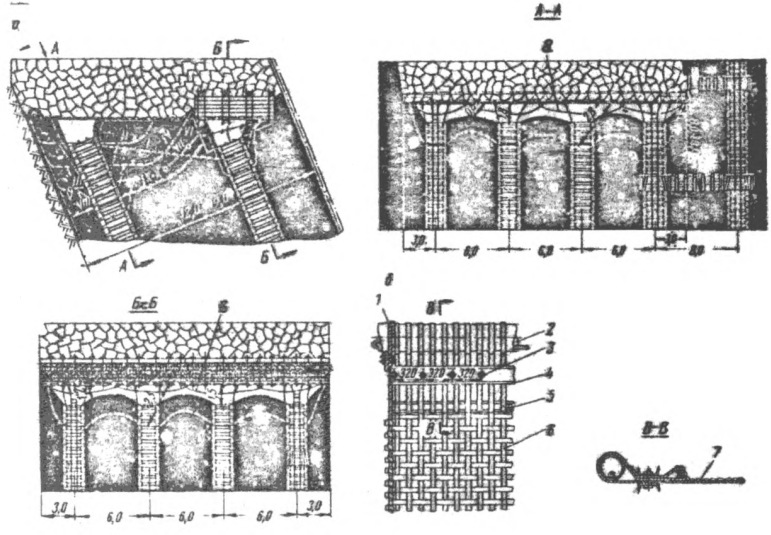


Рис. 5.II. Система разработки с управлением гибким перекрытием (УГП):
а – общий вид; б – конструкция перекрытия; I – торцевой канат;
2 – труба; 3 – стяжные болты; 4 – швеллер; 5 – рельс; 6 – металлическая полоса; 7 – сетка; 8 – предохранительный канат

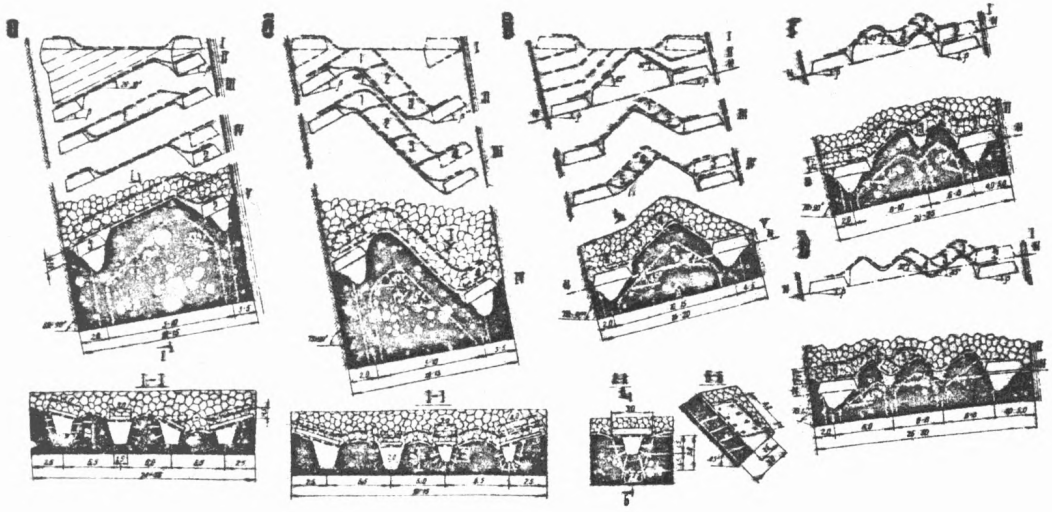


Рис. 5.12. Схемы управления гибким перекрытием при системе УКПП:
а – в односкатном забое с вашгоном к почве пласта; б – то же, к кровле пласта;
в, г – в двухскатном забое; д – в многоскатном забое

ния 60–72° в условиях шахты "Маганак" были получены сравнительно высокие технико-экономические показатели: производительность очистного забоя 7620–10230 т, производительность рабочего по участку на выход 4,91–9,88 т, расход леса на 1000 т добычи 14,6–27,4 м³, расход металлической ленты и сетки на 1000 т добычи соответственно 311,8 и 31 кг, себестоимость 1 т добычи по участку составила 1,16–2 руб.

6. РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАКЛАДКИ

6.1. Отработка пластов с твердеющей закладкой

Твердеющая закладка может применяться в Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса в виде литых или жестких бетонов для предварительной отработки оконтуривающих выемочный участок угольных целиков при новых схемах подготовки выемочных полей, а также для отработки пожароопасных пластов и участков пластов под охраняемыми объектами.

Приготовление и транспортирование жесткой твердеющей смеси осуществляется по механопневматической схеме (рис.6.1), оборудование для которой состоит из бункера закладочного материала 1, силоса цемента 2 заглубленного типа, резервуара для воды 3, питателя-дозатора 4, пневматического винтового питателя 5, ленточного конвейера 6, трубоспуска 7, подземного бункера 8 для заполнителя, ленточных конвейеров 9 и 10, дозатора 11, установленного перед пневмозакладочной машиной 12, трубопроводов 13,14 и 15 для подачи заполнителя, цемента и воды.

Согласно технологической схеме закладочный материал, цемент и вода транспортируются отдельно и только вблизи очистного забоя они перемешиваются при совместном транспортировании на конечном участке трубопровода. Цемент загнетается по трубам и вводится в закладочный став за пневмозакладочной машиной, где перемешивается с заполнителем, и затем уже вводится вода.

Расстояние от закладочной пневмомашины до забоя не должно превышать 500 м.

Возможен также вариант приготовления и транспорта жесткой твердеющей смеси по гидропневматической схеме.

В этом случае заполнитель транспортируется гидроспособом,

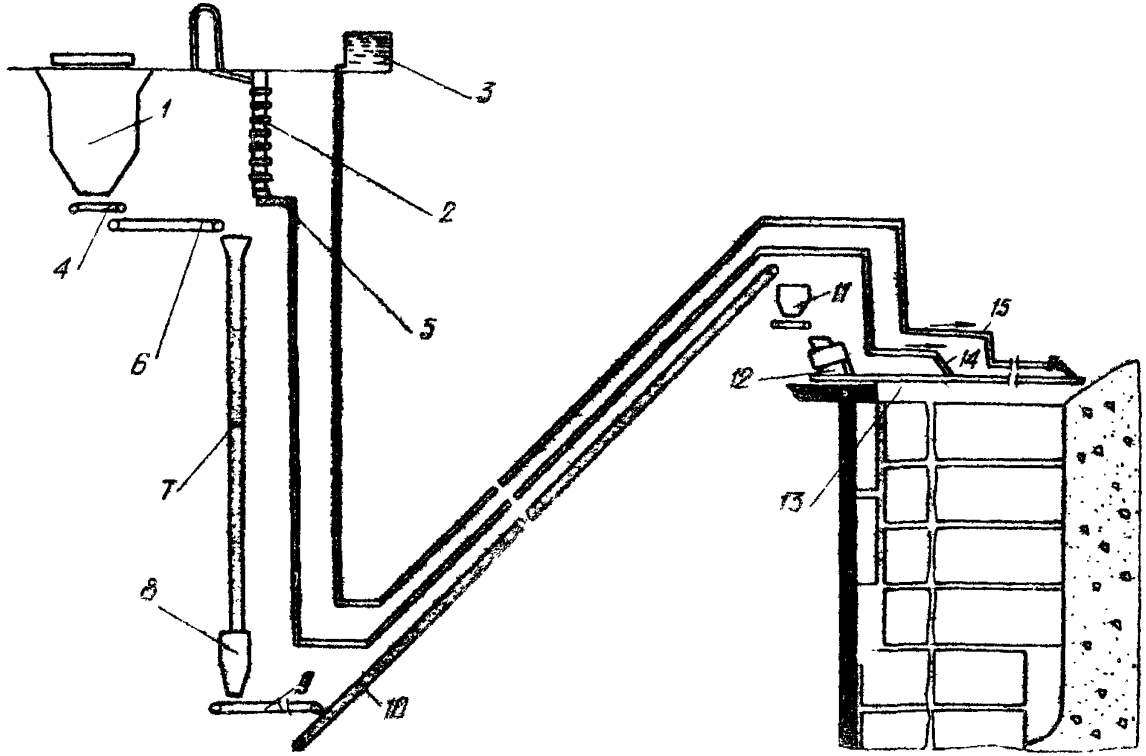


Рис. 6.I.Технологическая схема подготовки жесткой смеси для твердеющей закладки

обезвоживается вблизи очистного забоя и далее транспортируется пневмоспособом. Цемент вводится в трубопровод на участке пневмотранспорта. Последняя технологическая схема транспортирования жесткой твердеющей закладки может рекомендоваться после создания надежных средств обезвоживания гидрозакладки.

Ниже приводятся несколько наиболее перспективных схем, пригодных для отработки мощных крутых пластов, разработанных КузНИУИ применительно к Прокопьевско-Киселевскому району Кузбасса.

На рис. 6.2 приведена технологическая схема отработки мощных крутых пластов мощностью более 10 м с применением очистного комбайна типа КШ.

Выемочный участок длиной по простиранию 400 м вскрывается на вентиляционном горизонте двумя межучастковыми квершлагами, пройденными на флангах выемочного участка, а на откаточном горизонте квершлагом, пройденным с полевого штрека к центру выемочного участка (рис. 6.2,а).

Для подготовки к отработке выемочного участка на вентиляционном горизонте у кровли пласта проводится по углю монтажный штрек. По флангам и в середине выемочного участка с монтажного штрека у кровли пласта проводятся три ската, которые сбиваются с откаточным штреком.

Выемка угля производится очистным комбайном КШ-1КГ от центрального ската к фланговому. После выемки двух лент металлические стойки переносят и навешивают на них съемную металлическую опалубку. Шаг закладки в зависимости от прочности закладочного массива вышележащего слоя принимается 2,5-5 м. Выемка угля и закладка выработанного пространства совмещаются во времени.

Закладочная смесь в выработанное пространство при применении жестких твердеющих смесей подается пневматическим способом, а при литых смесях - самотеком, для чего почва слоя имеет уклон $5-7^0$.

При закладке последнего шага одновременно погашаются центральный и фланговый орты.

Схему выемки угля в горизонтальных слоях с применением проходческого комбайна ПШК (рис. 6.3) рекомендуется применять при отработке пластов мощностью 6-10 м с углами падения свыше 35^0 с вмещающими породами любой крепости и устойчивости, при наличии геологических нарушений, в пластах любой водообильности и опасных по внезапным выбросам угля и газа.

Выемочный участок длиной по простиранию пласта 400 м на вен-

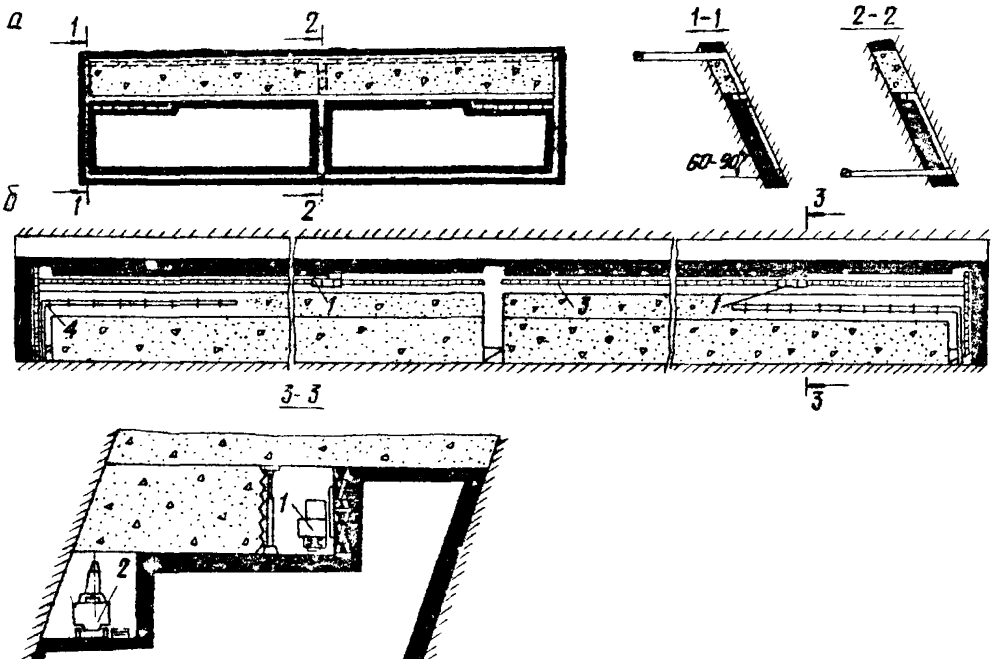


Рис. 6.2. Технологическая схема выемки угля горизонтальными слоями в нисходящем порядке с выемкой угля комбайном КШ-1КГ и твердеющей закладкой:

а – схема вскрытия и подготовки выемочного участка; б – схема очистного забоя: 1 – очистной комбайн; 2 – проходческий комбайн; 3 – конвейер; 4 – закладочный трубопровод

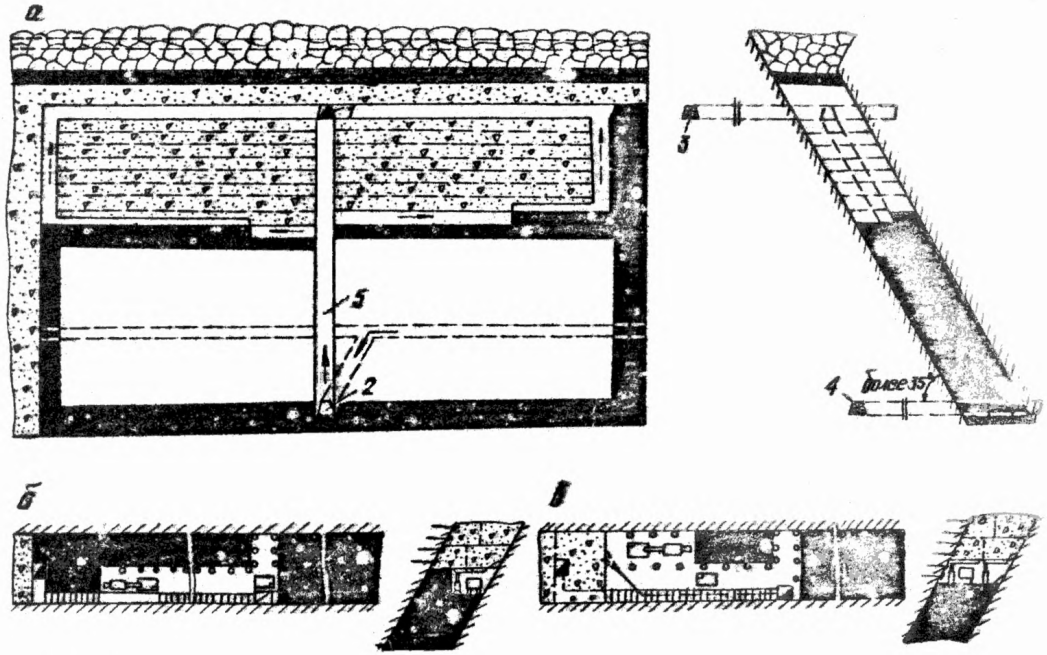


Рис. 6.3. Технологическая схема выемки угля горизонтальными слоями в нисходящем порядке с выемкой угля проходческим комбайном ПМК и с твердеющей закладкой:

а – схема вскрытия и подготовки выемочного участка; б – выемка слоевого штрека у почвы пласта; в – то же, у кровли пласта

тиляционном и откаточном горизонтах вскрывается промежуточными квершлагами I и 2, пройденными в центральной части выемочного поля (рис. 6.3,а) с полевых штреков 3 и 4. Для подготовки выемочного участка проходится центральный углеспускной скат 5 и в закладочном массиве отшиваются фланговые скаты 6 и 7, служащие для отвода исходящей струи воздуха из очистных забоев.

Для доставки закладки, оборудования и материалов в закладочном массиве второго горизонтального слоя сохраняется слоевой штрек, который оборудуется рельсовым путем. При выемке угля у почвы пласта сооружается вентиляционный штрек.

Последовательность выемки горизонтального слоя со стороны почвы и кровли пласта комбайном ПК приведена на рис. 6.3,б,в.

Высота горизонтального слоя 3,5 м ограничена техническими возможностями проходческого комбайна и стоечной крепи призабойного пространства.

Выработанное пространство заполняется жесткой твердеющей смесью на всю горизонтальную мощность пласта в направлении от флангового ската к центральному вслед за выемкой оставшейся пачки угля у кровли пласта (рис. 6.3,в).

Один из ранних вариантов выемки угля с твердеющей закладкой полосами по простиранию с механизированной крепью был предложен В.Ф. Крыловым, В.Р.Федоровым и др.

В этом случае выемка угля в полосе производится с применением механизированного комплекса, состоящего из механизированной крепи I, выемочной машины и перегружателя. Для подготовки полосы к выемке проводятся две выработки: вентиляционный штрек 2, расположенный вверху со стороны кровли пласта, и конвейерный штрек 3, расположенный внизу полосы со стороны почвы пласта (рис. 6.4)

Механизированную крепь I комплекса передвигают по простиранию пласта под армированным гибким перекрытием 4, состоящим из металлических полос и сетки. Гибкое перекрытие для нижележащей полосы возводят под прикрытием нижней секции механизированной крепи и укрепляют анкерами 5 к кровле и почве пласта. Выемочной машиной, расположенной в конвейерном штреке 3, вынимают нишу 6, предназначенную для бункеризации угля, а затем механизированным способом производят выемку угля в забое.

Одновременно с выемкой угля в забое возводят ограждительную крепь и закладывают выработанное пространство. Закладочный материал за механизированную крепь подают по закладочному трубопроводу 7, расположенному в вентиляционном штреке.

Реализация описанного способа выемки угля на практике позво-

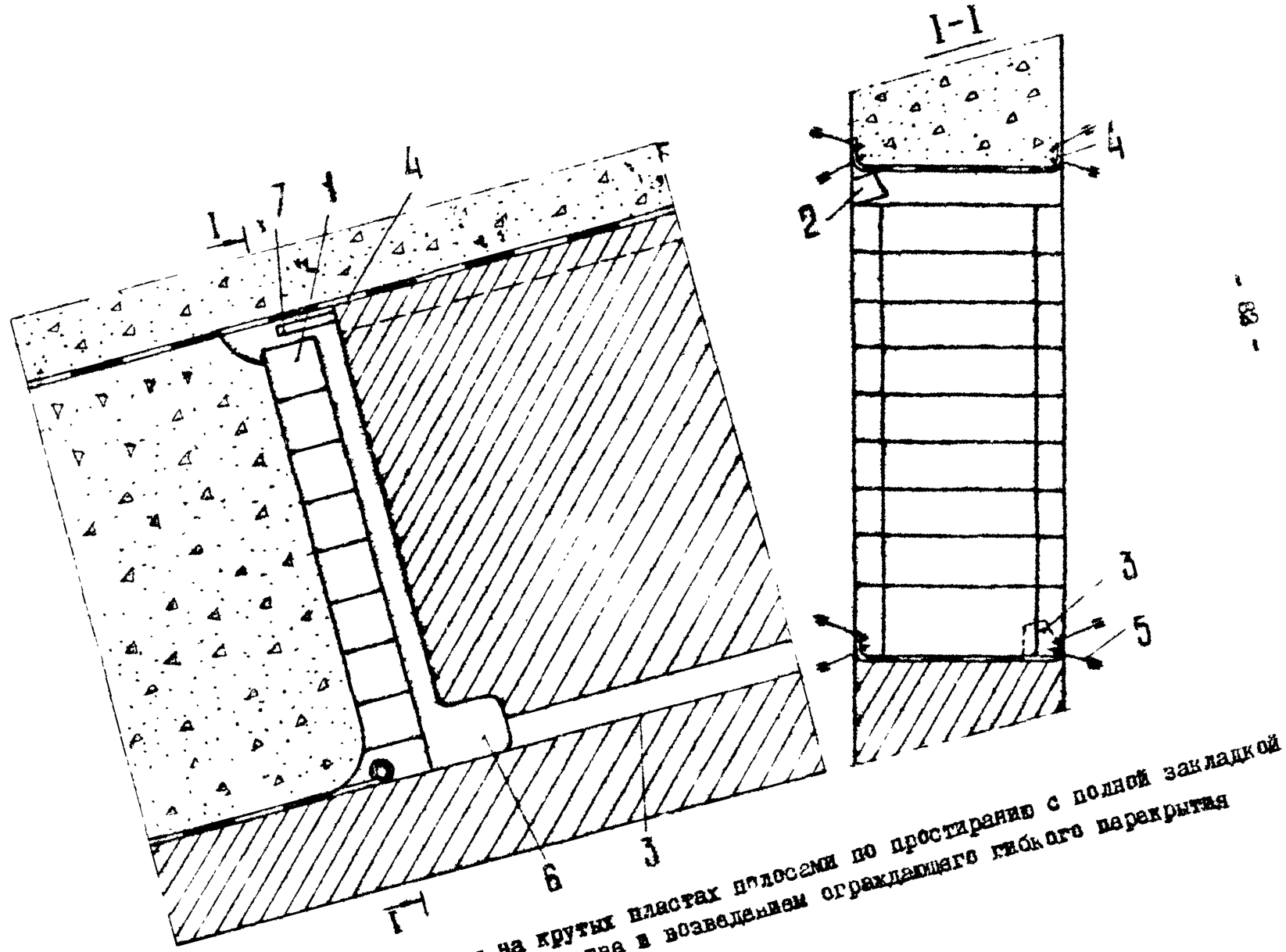


Рис. 6.4. Схема выемки угля на крутых пластах полосами по простиранию с полной закладкой выработанного пространства и возведением ограждающего гибкого перекрытия

лит безопасно и без потерь отрабатывать крутые пласты полосами по простиранию с закладкой выработанного пространства с последовательной выемкой полос по простиранию пласта в направлении от вентиляционного к откаточному горизонту.

Технологическая схема послойной разработки мощных крутых пластов с твердеющей закладкой и применением комплекса КПК-I разработана КузНИУИ (рис. 6.5).

Согласно технологической схеме разработка слоев с применением комплексов КПК-I ведется от границы выемочного участка на всю высоту этажа или с разделением на два подэтажа.

После выемки угля по простиранию пласта на 2-4 м в зависимости от устойчивости боковых пород комплекс отставляется и в выработанное пространство с вентиляционного штрека подается пневмоспособом закладочный материал закладочной машиной, например, 2 Р-200.

Закладочный материал от машины подается по магистральному трубопроводу, а вяжущая составляющая (цемент) вводится в трубопровод на расстоянии 20-50 м от очистного забоя. Вода с добавками ускорителя отвердения закладочного материала вводится в закладочный трубопровод на расстоянии I0-25 м от забоя после введения вяжущего компонента.

ИГД им. А.А.Скочинского разработана технология отработки мощных пластов с твердеющей закладкой с предварительной выемкой среднего наклонного слоя с применением струговых агрегатов АСКВ (рис. 6.6).

Агрегат АСКВ (агрегат струговый для крутых пластов с выемкой по восстанию) разработан ИГД им. А.А.Скочинского. На шахте "Новградовская" п/о "Прокопьевскуголь" с применением агрегата был отработан средний слой мощностью 2,5 м по пласту Горелому на высоту по восстанию пласта 40 м с твердеющей закладкой. Мощность пласта Горелого 9-I0 м, угол падения 55-60°. Было добыто около 4000 т угля и уложено 3000 м³ твердеющей закладки.

Твердеющая закладка состояла из горелых пород породных отвалов класса 0-20 мм или дробленых пород Новосуэтского карьера класса 0-60 мм, шлакопортландцемента марки 300 и воды (весовое соотношение п:п:в = I7:I:2 на I м³). Порода, цемент и вода в соответствующих дозировках подавались в двухвалковый смеситель, расположенный в шахте, после перемешивания смесь поступала в бетононасос и от него по трубопроводам с помощью сжатого воздуха

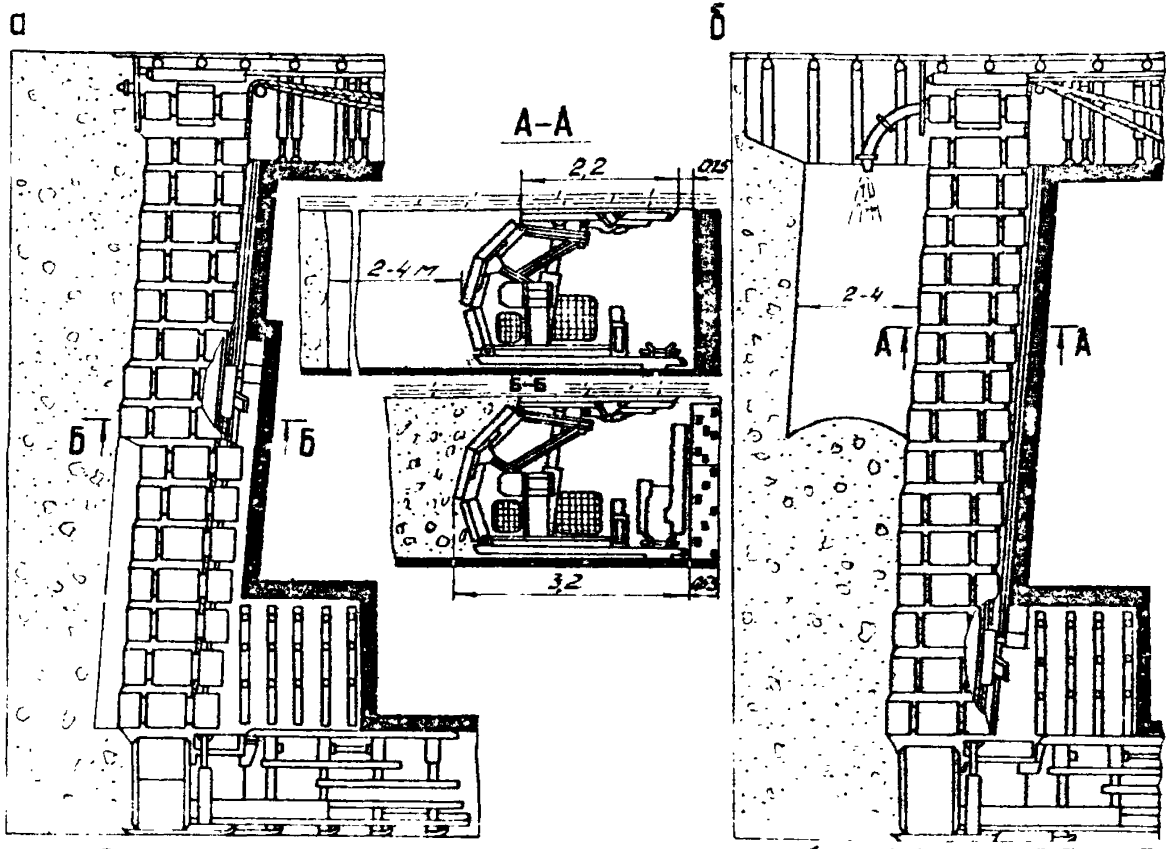


Рис. 6.5. Технологическая схема выемки угля и закладки выработанного пространства при применении комплекса КПК-I:
а – начало цикла по выемке угля; б – закладка выработанного пространства

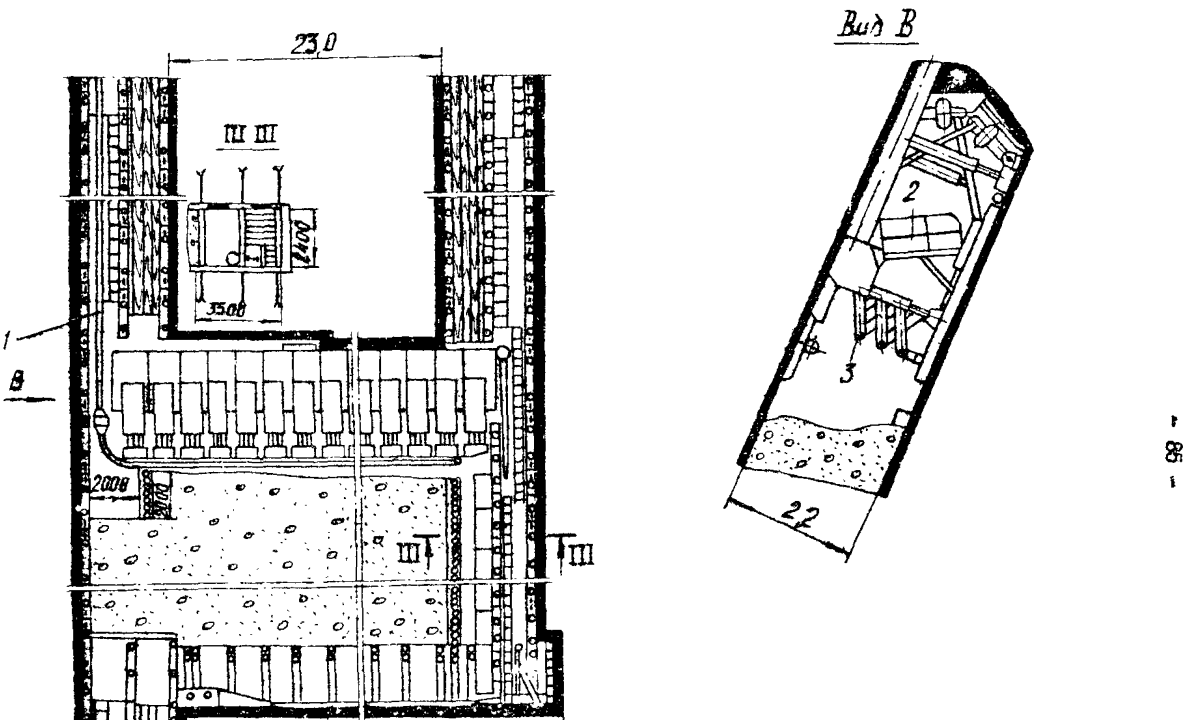


Рис. 6.6. Технологическая схема отработки крутых пластов угла с выемкой по восстанию с применением агрегата АСКВ:

I – закладочный трубопровод; 2 – полок; 3 – рычажный механизм для повышения устойчивости секций крепи

Под давлением 588 кПа подается в выработанное пространство. Накладочный материал доступен по трубам, проложенным по вентиляционному штреку, снату и под агрегатом. Для транспортирования угля вдоль забоя предусмотрен конвейер СП-46, расположенный на рабочей площадке агрегата горизонтально.

Для предотвращения смещения верхней бадьи относительно нижней по простиранию предусмотрена установка рычажного механизма, аналогичного установленному на линейных секциях.

Отработку крутых пластов переменной мощности, опасных по проявлению внезапных выбросов угля и газа, наиболее целесообразно вести горизонтальными слоями с последовательной отработкой их в нисходящем порядке с искусственной кровлей, возводимой из твердеющей жесткой или литой закладки. Это достигается тем, что перед началом закладочных работ на почве пласта монтируется металлический каркас, швеллерные балки которого закрепляются анкерами со стороны кровли и почвы пласта, а через отверстия в лобках швеллерных балок пропускается канат, что позволяет создать искусственную кровлю из твердеющей закладки с предварительно напряженной арматурой [8] . Вместо каната в качестве арматуры может использоваться металлическая сетка, изготовленная, например, из оцинкованной металлической проволоки диаметром 3-5 мм.

Последовательность монтажа сетки гибкого перекрытия при выемке первого горизонтального слоя следующая. После выемки монтажной камеры I по слоевому штреку 2 доставляются рулоны сетки, металлические и деревянные анкеры специальной конструкции для укрепления сетки 3 по контуру 4 монтажной камеры (рис. 6.7,а). При этом сетка и почва слоя крепятся анкерами 5, а и кровля – деревянными анкерами 6. Деревянный анкер 7 (рис. 6.7,б) с одной стороны имеет прорезь 8 и клин 9 длиной, больше длины прорези, а с другой – кольцо 10, представляющее одно целое со стержнем анкера [9] .

После монтажа комплекса II в монтажной камере (рис. 6.7,в) производится предварительный распор гидростоек 12. Верхнее перекрытие секций крепи 13 давит на выступающий в камеру конец стержня 14 анкера 7 и подает его к дну скважины. Кольцо 10 анкера разрушается и сетка 3 при движении комплекса на забой плавно ложится на почву горизонтального слоя, что предохраняет ее от порывов при неравномерном обрушении перед или угля.

Наращивание гибкого перекрытия в процессе работы комплекса

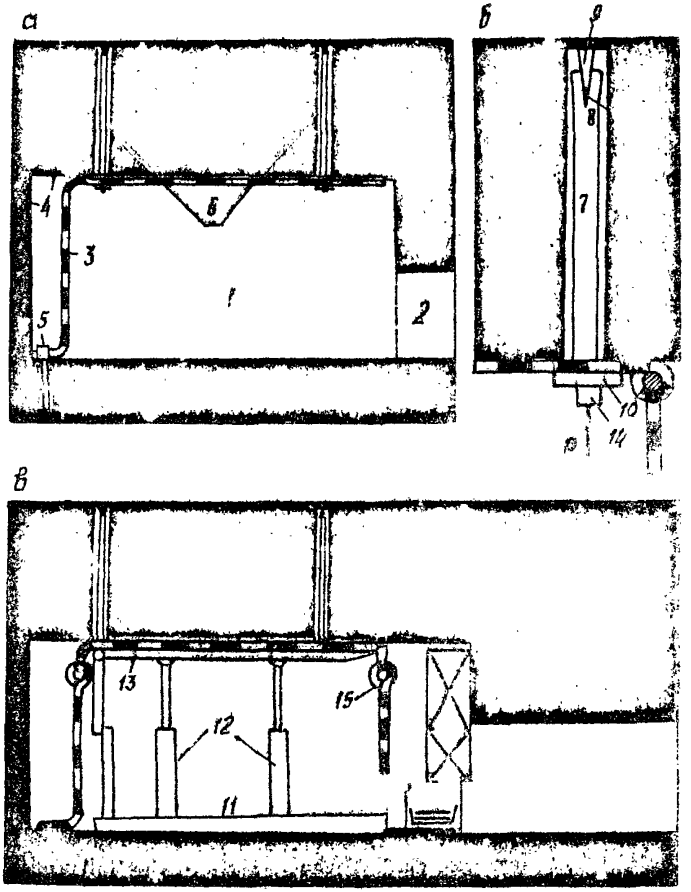


Рис. 6.7. Схема монтажа гибкого перекрытия:
а – в монтажной камере; б – конструкция деревянного анкера; в – в процессе выемки горизонтального слоя

производится из призабойного пространства путем соединения его стальным тросом через проушины I5 .

По мере отработки горизонтального слоя в выработанное пространство подается твердеющая закладка. Достоинством этой технологической схемы является то, что при выемке первого горизонтального слоя угольный массив в кровле пласта, начиная с монтажной камеры, усиливается деревянной анкерной крепью.

Выемка последующих слоев может производиться по технологической схеме, приведенной на рис. 6,8 [I0] .

В этом случае перед началом закладочных работ на почве слоя монтируется металлический каркас, швеллерные балки которого закрепляются анкерами со стороны кровли и почвы пласта, а через отверстия в полках швеллерных балок пропускается канат с натягом, что позволяет создать искусственную кровлю из твердеющей закладки с предварительно-напряженной арматурой.

Выемочный участок вскрывается с полевых штреков I и 2 путем проведения вскрывающих межучастковых квершлагов 3 и 4. В пределах выемочного участка на вентиляционном горизонте проводятся штреки 5 и 6, а на основном - 7 и 8. По границам выемочного участка проводятся печи 9 и I0, а также печь II по породе для подачи закладочного материала в слой по ортам I2. Для выемки каждого горизонтального слоя со стороны кровли пласта проводится слоевой штрек I3, а со стороны почвы пласта слоевой штрек I4.

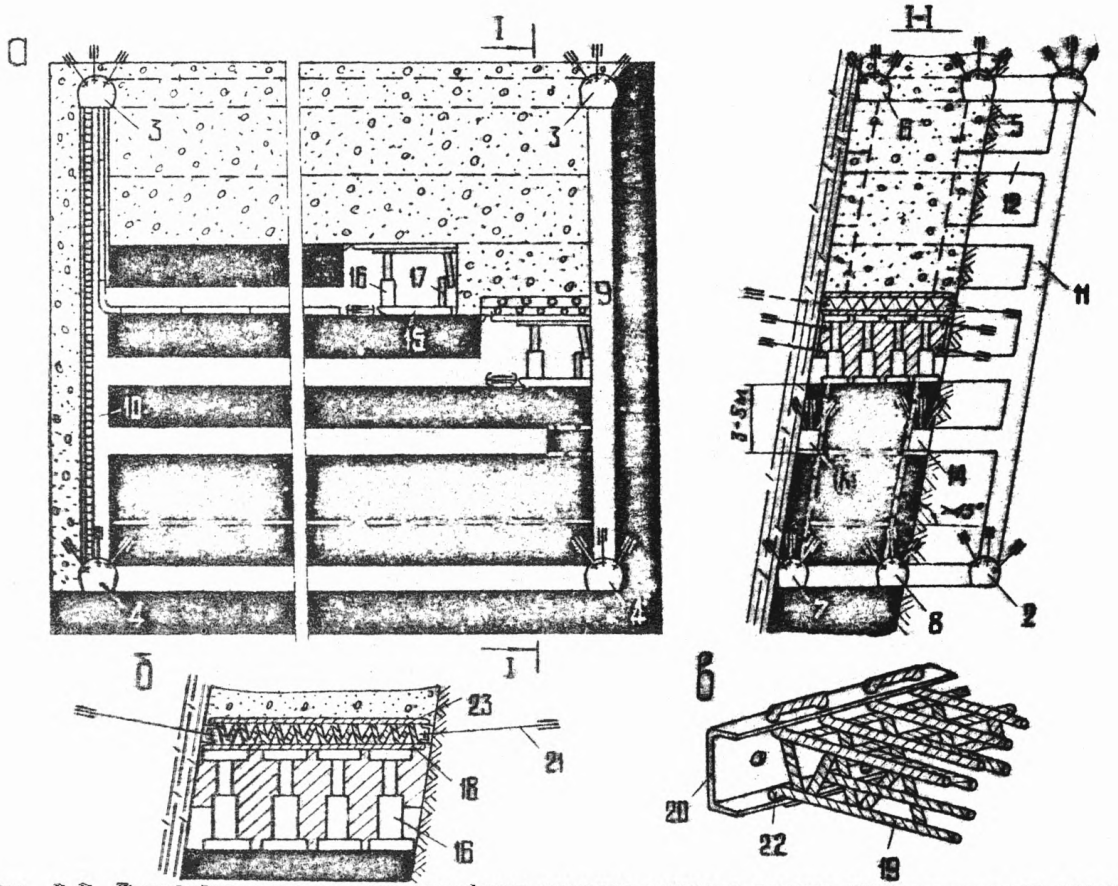
Выемка угля в забое производится с применением комплекса I5, имеющего распорные гидростойки I6 и ограждающую часть I7, за которую подается закладочный материал.

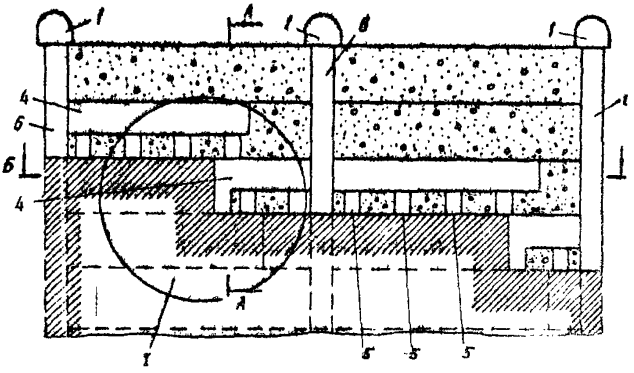
Для придания искусственной кровле необходимой устойчивости пород возведением закладки со стороны почвы слоя монтируется металлический каркас I8 из каната I9 путем натягивания между швеллерами 20, закрепленными со стороны кровли и почвы пласта анкерами 2I.

Канат укладывается таким образом, что верхние и нижние пряди его 22 выполняют функцию рабочей арматуры, а части каната 23, укладываемые между рабочей арматурой, выполняют функцию монтажной арматуры и одновременно увеличивают прочность каркаса.

Отработка особо мощных крутых пластов с твердеющей закладкой может производиться по технологической схеме, предложенной А.М.Волковым, Н.С.Ароновым, П.Г.Михайловым и др. (рис. 6.9).

В этом случае на откаточных и вентиляционных горизонтах прово-


а
I
I
3
3
16
17
9
15
10
4
4
II
II
II



А-А

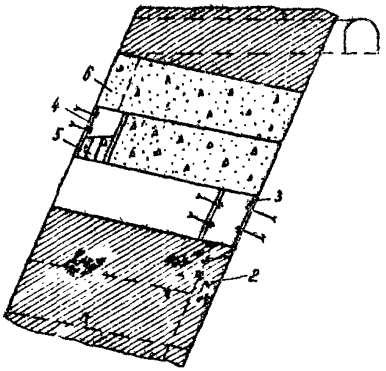


Рис. 6.9. Усовершенствованная схема отработки мощного крутого пласта с твердеющей закладкой

дятся квершлаги I, затем скаты 2, конвейерный штрек 3.

Очистная выемка ведется на полную мощность пласта в направлении от границы выемочного поля с твердеющей закладкой выработанного пространства. При этом в закладочном массиве между почвой штрека 4 и верхней границей нижележащего слоя с интервалом, равным шагу закладки, оставляются печи 5. По мере отработки слоев в висячем боку возводятся скаты 6.

Другой вариант отработки особо мощных крутых пластов горизонтальными слоями с твердеющей закладкой вошедшей КузНИУИ в комплексе КГСЗу.

Комплекс КГСЗу (рис. 6.10) состоит из механизированной крепи I, забойного конвейера 2 с кассетами 3 для лент гибкого перекрытия, выемочного комбайна 4, перемещающегося вдоль линии забоя по забойному конвейеру, крепи сопряжения 5, устанавливаемой на сопряжении слоя со слоевыми штреками и нижнем слоевом штреке.

Механизированная крепь предназначена для механизации процессов крепления и управления кровлей путем уплотнения пневматической закладки или путем подачи твердеющей закладки.

Секции механизированной крепи поддерживающе-оградительного типа взяты от комплекса КМ-8I и состоят из двух гидрофицированных стоек с перекрытием со шпунтами и уплотнительным щитом, расположенным со стороны заднего ограждения, и козырька 6. Передвижка крепи на забой осуществляется гидродомкратами 7, расположенными со стороны перекрытия. Для уплотнения закладочного массива уплотняющий щит 8 перемещается гидродомкратом 9 на 630 мм. Гидрофицированная крепь сопряжения трапециевидной формы состоит из четырех рам с попарным их перемещением гидродомкратом, расположенным в верхней части крепи.

Забойный конвейер с консольными скребками КСБ-2 предназначен для транспортировки отбитого угля вдоль забоя, перегрузки его на штековый конвейер, фиксации и перемещения очистного комбайна.

Выемочный комбайн конструкции КузНИУИ состоит из лебедки подачи ЛГС2-I электродвигателей, главного редуктора, поворотного редуктора исполнительного органа на 360^{0}, привода поворотного редуктора, электрооборудования, гидро- и оросительной системы, рамы с анкерами. Исполнительный орган комбайна шнекового типа с величиной захвата 0,5 м.

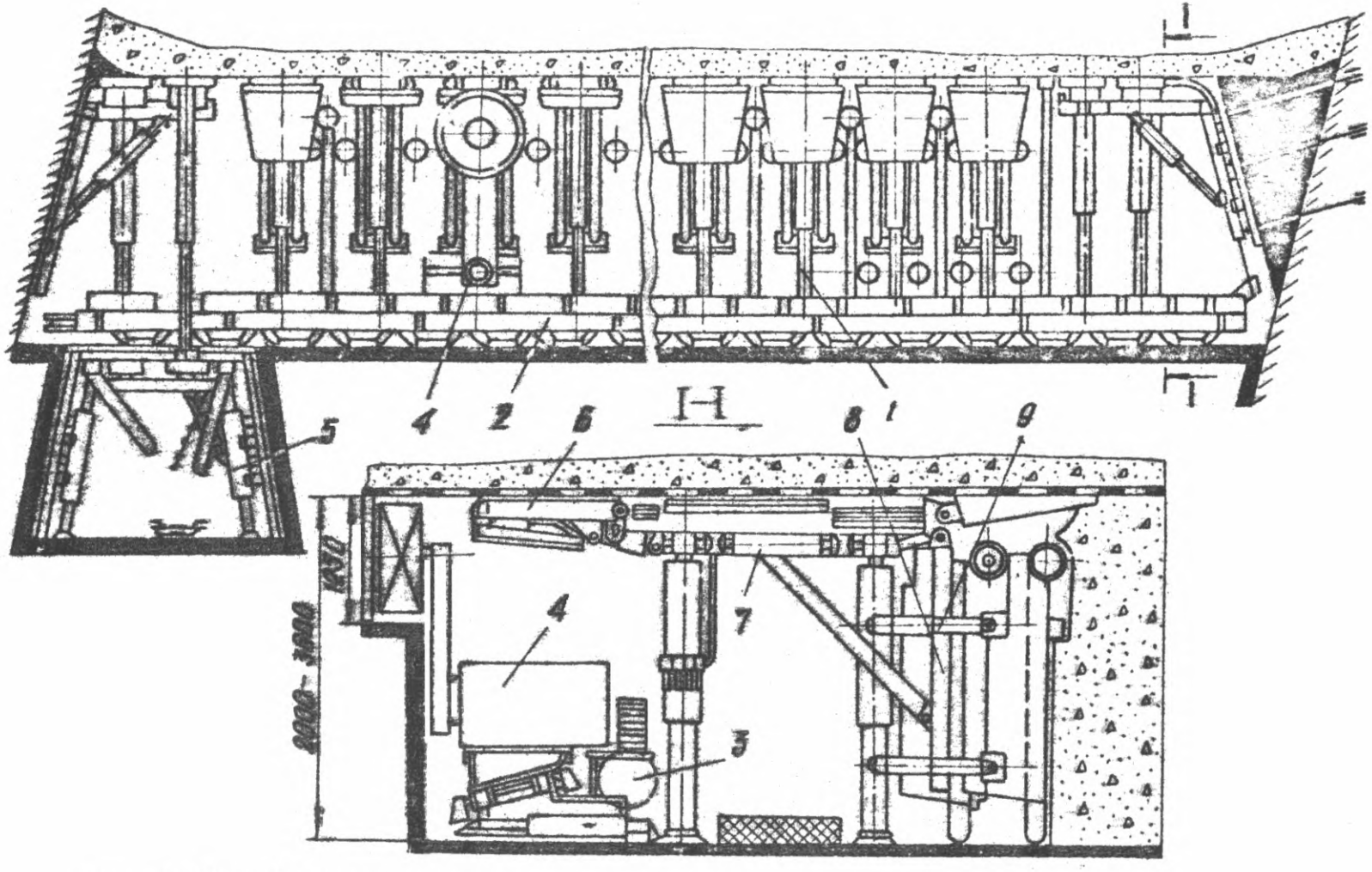


Рис. 6.10. Общий вид комплекса горизонтального слоя КГСЗу

Техническая характеристика КГСЗу

Высота крепи, м:	
максимальная	3,6
минимальная	3,0
Шаг передвижки, м	0,5
Шаг установки секции, м	I,0
Ход выдвижного козырька, мм	800
Количество гидростоек на секцию	2
Рабочее давление жидкости, МПа	I6
Усилие предварительного распора гидростойки, кН	320
Рабочее сопротивление гидростойки, кН	640
Усилие домкрата передвижения, кН:	
поршневой полости	320
штоковой полости	240
Гидродомкраты уплотняющих щитов:	
количество на секцию	2
усилие поршневой полости, кН	320
рабочий ход, мм	630
Удельное давление на почву пласта, МПа	I,35
Удельное давление уплотняющих щитов на закладочный массив, МПа	2,0
Длина верняка с выдвинутым козырьком, мм	5960
Производительность забойного конвейера, т/ч	I20
Мощность электродвигателя конвейера, кВт	30
Диаметр шнека комбайна, мм	I250
Ширина захвата, м	0,5
Скорость резания, м	3,8
Усилие подачи, кН	I30
Мощность электродвигателя комбайна, кВт/ч	50

В I979 г. КузНИУИ проведены промышленные испытания комплекса КГСЗу при отработке антиклинальной складки пласта Мощного в условиях шахты "Коксовая" п/о "Прокопьевскуголь".

Амплитуда антиклинальной складки по вертикали составляла 60 м. Оси антиклинальной и синклинальной складок полого погружаются в северном направлении под углом I5-20°. Замковая часть антиклинальной складки пласта Мощного осложнена разрывным нарушением с ампли-

тудой смещения 10-15 м. Мощность пласта в нормальном залегании 15-16 м, в зонах складок она значительно увеличивается и не имеет закономерного распространения. Коэффициент крепости угля по шкале проф. М.М.Протодьяконова I,8-2. Размеры выемочного участка по простиранию 160 м, по падению от 40 на юге до 120 м на севере.

Подача пневматической закладки за секции крепи осуществлялась машиной Z Р-200 (ЧССР). Закладочный материал из дробленых пород класса 0-60 мм доставлялся из Усятского закладочного карьера.

Для подачи закладочного материала в выработанное пространство в верхней тыльной части каждой секции крепи смонтирован отрезок гидрозакладочной трубы, отрезки труб при выравнивании секций совпадают.

При последовательном передвижении секций происходит обнажение выработанного пространства за секцией, куда и подается пневмозакладка.

В результате испытаний установлена необходимость дальнейшего совершенствования технологической схемы с использованием твердеющей закладки.

6.2. Совершенствование технологии выемки угля с гидравлической закладкой

Основным направлением совершенствования технологии выемки угля с гидравлической закладкой является создание комплексных средств механизации, например, в виде механизированного комплекса КВЗ в конструкции КузНИУИ.

Механизированный комплекс КВЗ (комплекс по восстанию с закладкой) предназначен для механизации выемки угля, крепления очистного забоя и закладки выработанного пространства при отработке столбами по восстанию крутых пластов слоями мощностью I,8-2,5 м с углом падения 35-90^0 при длине забоя до 100 м. Выемка угля осуществляется комбайном. Комплекс КВЗ включает в себя передвижную гидрофицированную крепь, выемочную машину, доставочный конвейер, закладочный трубопровод и базовую балку.

Основой комплекса является механизированная крепь оградительно-поддерживающего типа, состоящая из двухстоечных линейных секций, четырехстоечной специальной секции и базовой балки.

Управление секциями крепи и выдвижкой базовой балки осуществляется с помощью гидрораспределителей ЭРА, расположенных на базовой

балке. В качестве насосной установки используется маслостанция СНУ-ИМК, устанавливаемая на основном штреке.

Выемка угля под крепью КВЗ осуществляется самозарубающейся выемочной машиной с двухшнековым исполнительным органом. Движение выемочной машины вдоль забоя обеспечивает подающая часть Г-404, находящаяся на фланге крепи. Важным преимуществом комплекса КВЗ является то, что он движется по восстанию пласта. В этом случае закладочный материал, подаваемый за крепь, не осложняет работу в забое и не требует дополнительных мер по его удержанию, как, например, при отработке по простиранию пласта.

Кроме того, в случае применения гидравлической закладки вода не попадает в забой.

Такая технологическая схема позволяет осуществить и поточную технологию отработки пласта, совместив операции по выемке угля с закладкой выработанного пространства. Вывалы же отдельных кусков угля с нависающего забоя предупреждаются оградительным щитком.

При наличии зон перемятого угля, слабых угольных прослойков, нарушенных участков их устойчивость может повышаться, по опыту шахты "Коксовая", путем предварительной пропитки карбамидными или другими смолами с высокой адгезией.

С целью совершенствования технологии выемки антиклинальных замковых складок мощных пластов рекомендуется применять более совершенные их варианты с закладкой выработанного пространства. Так, на рис.6.II ,а показан способ отработки антиклинальной складки с гибким перекрытием I. В этом случае замок и крылья складки отрабатывают одновременно слоями расходящимися забоями 2 и 3 по падению крыльев складки. При этом подача закладки в выработанное пространство осуществляется по основному закладочному штреку 4 и орту 5 [II] .

На рис. 6.II,б приведена технологическая схема отработки антиклинальной замковой складки горизонтальными слоями I с последовательной отработкой их в восходящем порядке. Очистной забой 2 располагается по простиранию пласта. Выработанное пространство вслед за забоем временно поддерживают соединенными между собой рядами 3 пневмобалонной крепи, которые устанавливают по простиранию и вводят под нагрузку по мере продвижения очистного забоя [I2] .

Разработка синклинальной складки мощных пластов может производиться горизонтальными слоями по технологической схеме, приведенной на рис. 6.II,в [I3] .

При подготовке выемочного поля проводят разрезные штреки I,

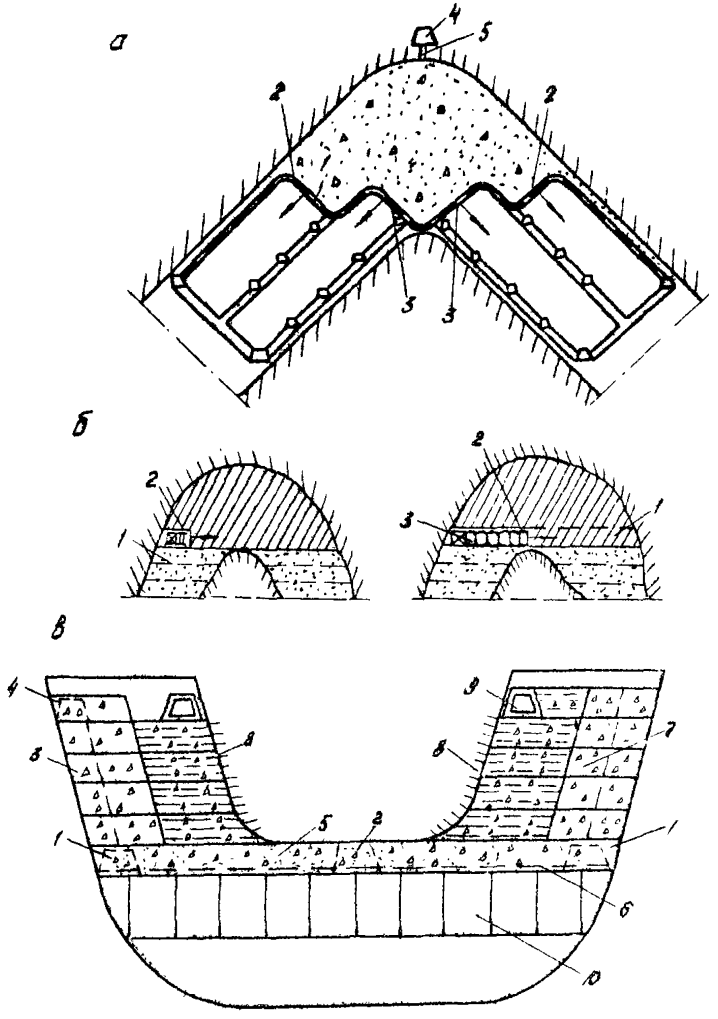


Рис. 6.II. Новые технологические схемы отработки мощных крутых пластов с закладкой выработанного пространства:

а – схема отработки антиклинальной замковой складки с использованием гибкого перекрытия; б – то же, горизонтальными слоями;

в – то же, синклинальной складки

осевой штрек 2, скаты 3, вентиляционные штреки 4, разгрузочный горизонтальный слой 5. На почве слоя монтируют гибкое перекрытие 6, и выработанное пространство заполняют закладочными материалами. Отработку крыльев складки ведут горизонтальными слоями 7. В первую очередь ведут выемку угля у почвы пласта на крыльях складки в восходящем порядке. Для упрочнения угольного массива анкеруют его до кровли пласта синтетическими анкерами 8. После окончания выемки крыльев оставляют в выработанном пространстве закладочно-спускные выработки 9. Отработку замковой части под гибким перекрытием производят с применением механизированных комплексов IO и перепуском закладки в выработанное пространство.

При отработке пластов с применением механизированных комплексов важную роль играет перевод их из слоя в слой без производства демонтажно-монтажных работ [I4] .

В этом случае разрезная выработка крепится пневмобаллонами. На уровне границы верхнего и нижнего смежных слоев между пневмобаллонами оборудуется деревянный настил. Часть пневмобаллонов, располагающихся в верхней части разрезной выработки, анкерами крепится к потолочине. Механизированная крепь, включающая секции с гидростойками и конвейер подводятся к разрезной выработке, конвейер из переднего положения перемонтируется в заднее положение и задние ограждения в переднее положение. После передвижения комплекса на баллоны и их опускания осуществляют перевод комплекса в нижележащий слой.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практика отработки угольных пластов с углом падения свыше 35^0 показывает на значительные сложности их разработки, связанные, с одной стороны, со сложными горно-геологическими условиями залегания пластов, а с другой - с потерей устойчивости секции крепи по падению пласта при применении комплексных средств механизации.

Все это осложняет создание комплексных средств механизации, особенно для отработки мощных крутых пластов.

В настоящее время для выемки мощных и средней мощности крутых пластов только в Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса применяется более 20 систем разработки и их разновидностей.

Разработка пластов производится столбами по простиранию и

падению с обрушением кровли, наклонными и поперечно-наклонными слоями с закладкой, ведутся опытные работы по отработке пластов горизонтальными слоями с комплексом КГСЗу с последовательной выемкой слоев в направлении от вентиляционного к откаточному горизонту.

Наиболее распространенной системой разработки является щитовая, на долю которой приходится около 60% всей добычи угля по Прокопьевско-Киселевскому району Кузбасса.

Дальнейшее совершенствование щитовой системы разработки следует вести в направлении освоения средств механизации выемки угля под щитовыми перекрытиями, расширения области применения по углам падения пластов, совершенствования крепи и механизации проведения щитовых рассечек, сокращения потерь угля, повышения безопасности работ.

При отработке нарушенных участков пластов следует более широко применять гидравлическую добычу угля с использованием струй воды высокого давления с программным или дистанционным управлением гидромониторами с целью обеспечения безлюдной выемки угля.

С целью сокращения потерь угля следует шире использовать ограждающее гибкое перекрытие в различных вариантах, а также производить предварительную выемку целиков угля с последующим заполнением выработанного пространства твердеющей закладкой. Следует в полном научно обоснованном объеме применять системы разработки с полной закладкой выработанного пространства, в том числе с твердеющей для отработки пластов угля под строительными объектами и промышленными сооружениями, а также для выемки особо мощных пожароопасных пластов.

Конечной целью совершенствования технологии выемки угля следует считать создание "безлюдных способов" отработки угольных пластов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.С. 557186 [СССР] . Анкерная крепь. Авт.изобрет. А.П.Широков. Опубл. в Б.И., 1977, № 17.

2. А.С. 846743 [СССР] . Крепь для горных выработок. Авт. А.П.Широков. Опубл. в Б.И., 1981, № 26.

3. А.С. 612043 [СССР]. Способ усиления крепи сопряжения горных выработок. Авт.изобрет. А.П.Широков, Б.Г.Писляков.Опубл. в Б.И., 1978, № 23.

4. Инструкция по применению системы КТП на шахтах комбината "Прокопьевскуголь" /Л.П.Томашевский, И.Б.Милованов, В.Н.Черемнов и др. - Прокопьевск, 1973. - 43 с.

5. А.С. 387547 [СССР] . Способ разработки синклинальной складки. Авт.изобрет. А.П.Широков, В.Н.Замыслов, Л.С.Санько, К.Ф.Санкин. Опубл. в Б.И., 1973, № 37.

6. А.С. 383833 [СССР]. Способ отработки антиклинальной замковой складки пласта.Авт.изобрет. А.П.Широков, Л.П.Томашевский. Опубл. в Б.И., 1973, № 24.

7. А.С. 201282 [СССР] . Способ выемки мощных крутопадающих пластов угля. Авт.изобрет. В.Р.Федоров, В.Ф.Крылов, В.П.Герасимов и др. Опубл. в Б.И., 1967, № 18.

8. А.С. 875077 [СССР] . Межгоризонтное железобетонное перекрытие при отработке щитовой системой крутых пластов. Авт. изобрет. А.П.Широков. Опубл. в Б.И., 1981, № 39.

9. А.С. 844773 [СССР] , Способ управления кровлей в монтажной камере механизированной крепи и устройство для его осуществления. Опубл. в Б.И., 1981, № 25.

10. А.С. 777228 [СССР] . Межслоевое перекрытие для разработки мощных крутых пластов механизированным комплексом. Опубл в Б.И., 1980, № 41.

11. А.С. 676728[СССР] . Способ разработки синклинальной складки мощных угольных пластов, склонных к горным ударам. Авт.изобрет. А.Н.Колесников, А.И.Петров, Л.П.Томашевский и др. Опубл. в Б.И. 1979, № 28.

12. А.С. 702171 [СССР]. Способ разработки мощных крутых угольных пластов и синклинальных и антиклинальных складок. Авт. изобр. А.И.Петров, П.Ф.Лукьянов, П.Б.Егоров и др. - Опубл. в Б.И., 1979, № 45.

13. А.С. 582403. Способ разработки синклинальной складки мощных угольных пластов.Авт.изобрет.П.Б.Егоров, А.И.Петров, К.В.Каргин и др. Опубл. в Б.И., 1977, № 44.

14. А.С. 765509. Способ перевода механизированной крепи в смежный слой при разработке мощных пластов. Авт. изобрет. Н.С.Арсенов, С.Н.Суховольский, В.Л.Трофимов и др.Опубл.в Б.И., 1980, № 35.

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

I. Введение 3
2. Крепление и поддержание выработок при разработке пластов в сложных горно-геологических условиях 4
3. Особенности разработки угольных пластов, залегающих в сложных горно-геологических условиях 10
3.1. Общие сведения о тектонической нарушенности угольных пластов 10
3.2. Разработка нарушенных участков пластов буровзрывным способом без крепления призабойного пространства 11
3.3. Разработка пластов горизонтальными слоями 15
3.4. Разработка мощных пластов с применением гибкого металлического перекрытия конструкции КузНИУИ 18
3.4.1. Подготовка выемочных участков пластов угля для отработки комбинированной системой разработки 21
3.4.2. Технология выемки угля под гибким перекрытием 23
4. Гидравлическая добыча угля в сложных условиях залегания пластов 37
5. Направления совершенствования щитовой системы разработки 52
5.1. Усовершенствованные варианты проведения и крепления монтажных рассечек 52
5.2. Щиты с механизированной выемкой угля 59
5.3. Отработка особо мощных пластов с использованием щитовых перекрытий 73
6. Разработка месторождений с применением закладки 76

6.1. Отработка пластов с твердеющей закладкой 76
6.2. Совершенствование технологии выемки угля с гидравлической закладкой 94
7. Заключение 97

РЕКОМЕНДАЦИИ

по разработке мощных угольных пластов Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса

Ответственный за выпуск А.П.Ширков

Подписано в печать 29.03.85 ОП-16166

Тираж 250 Заказ № 731 1985 г

Ротапринт ПО "Прокопьевскуголь"
Зак. тир. Прокопьевск 85

gost.e-ecolog.ru