МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ДОБЫЧЕ УГЛЯ
"СРЕДАЗУГОЛЬ"

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ
УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (ВНИУИ)

СВЕРДЛОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ
ИНСТИТУТ ИМЕНИ В.В.ВАХРУШЕВА

СОГЛАСОВАНЫ

с Госгортехнадзором
Киргизской ССР
15 сентября 1980г.

с Госгортехнадзором
Узбекской ССР
24 июня 1980г.

с Госгортехнадзором
Таджикской ССР
4 июня 1980г.

УТВЕРЖДЕНЫ

Техническим директором
производственного объединения
по добыче угля
"Средазуголь"
тов.Ивановым Л.Н.
27 октября 1980

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по основным вопросам разработки угольных
месторождений Средней Азии

Караганда - 1981

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
I. КРАТКАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ АЗИИ	6
2. ОХРАНА ВЫРАБОТОК	II
2.I. Охрана выработок целиками угля	I3
2.2. Охрана выработок без целиков	I5
2.3. Крепь выработок, располагаемых на границе с обрушенными породами	I8
3. СМЕЩЕНИЕ ПОРОД КОНТУРА ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВЫРАБОТОК, МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК	23
3.I. Расчет ожидаемых смещений пород контура поперечного сечения выработок и давление на крепь	23
3.2. Мероприятия по повышению устойчивости выработок	32
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ИХ ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	35
4.I. Общие замечания	35
4.2. Порядок подготовки и отработки выемочных полей при охране выработок без целиков	36
4.3. Технологические схемы отработки пластов при охране выработок без целиков	42
4.4. Средства механизации и основные параметры технологии выемки угля	52
5. ПРОФИЛАКТИКА ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ БЕЗ ОСТАВЛЕНИЯ МЕЖСТОЛБОВЫХ И МЕЖДУЭТАЖНЫХ ЦЕЛИКОВ	56
5.I. Общие замечания	56
5.2. Воздухопроницаемость массива, целиков угля и обрушенных пород	57
5.3. Профилактика эндогенных пожаров	59
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	64

УДК 622.272.06(575)

"Методические указания..." составлены на основе результатов исследований, выполненных кафедрой разработки пластовых месторождений Свердловского горного института им. В.В.Вахрушева, институтом КНИУИ и опыта работы шахт производственного объединения "Средазуголь". В "Методических указаниях..." приведены рекомендации по основным вопросам разработки угольных месторождений Средней Азии. Изложена методика расчета ожидаемых смещений контура поперечного сечения выработок. Технологические схемы и их параметры, порядок подготовки и отработки пластов приводятся преимущественно к бесцеликовому способу охраны выработок. Даны методические указания по профилактике эндогенных пожаров при бесцеликовой отработке угольных пластов.

"Методические указания..." предназначены для инженерно-технических работников шахт производственного объединения "Средазуголь".

© Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт (КНИУИ), 1981.

В В Е Д Е Н И Е

Важным направлением в совершенствовании технологии подземной разработки угольных месторождений является обеспечение полноты извлечения запасов угля не только с учетом текущих потребностей общества, но и интересов будущих поколений. Это направление вытекает из постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 29 декабря 1972 г. " б усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов", из нового законодательства о недрах, принятого третьей сессией Верховного Совета СССР девятого созыва 9 июля 1975 г. и статьи 18 Конституции СССР.

В связи со сложными горно-геологическими условиями залегания угольных месторождений Средней Азии (слабыми вмещающими породами, значительной нарушенностью месторождений, изменчивостью элементов залегания пластов, высокой склонностью углей к самовозгоранию и т.п.) не предоставляется возможным в полной мере использовать имеющиеся рекомендации по широкому кругу горных вопросов (технологическим схемам и их параметрам, указаниям по расположению и охране выработок и т.п.), разработанных для других бассейнов страны.

Настоящие методические указания преследуют цель оказать помощь инженерно-технических работникам шахт при решении ряда основных вопросов технологии подземной разработки угольных месторождений:

- выбора основных параметров системы разработки, технологии очистных работ;

- выбора способа охраны выработок, места расположения [illegible]

товых (слоевых) штреков;

- выбора вида крепи для присечных выработок;

- определения ожидаемых смещений контура поперечного сечения выработок;

- особенностей подготовки, порядка отработки угольных пластов при бесцеликовых способах охраны выработок;

- мер по обеспечению противопожарной безопасности при бесцеликовой отработке угольных пластов.

I. КРАТКАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Основная доля добычи угля подземным способом в Средней Азии приходится на Шурабское, Сулюктинское, Кызыл-Кийское, Кок-Янгакское и Ташкумырское месторождения, сосредоточенные в Ферганской долине.

По возрасту угольные месторождения Средней Азии относятся главным образом к нижней и средней юре. Мощность угленосной толщи изменяется от 200-300 до 800-1500 м. Сложена она преимущественно разнозернистыми песчаниками, известняками, конгломератами, глинистыми породами и углем. Примеры литологического строения разрабатываемых пластов и вмещающих их пород приведены на рис.I.

Угольные пласты не выдержаны по мощности и строению, в основном, они сложного строения с непостоянным количеством угольных пачек. Угли средней крепости, разделяющие прослойки в угольных пластах слабые, неустойчивые. Характеристика разрабатываемых пластов приведена в табл.I.

Угли Кызыл-Кийского, Шурабского и Сулюктинского месторождений относятся к бурым; Кок-Янгакского и Ташкумырского - в основном к каменным.

Угольная пыль всех пластов взрывоопасна.

На шахте "Северная" (Ташкумырское месторождение) наблюдается выделение метана. Буроугольные пласты C_1, F и "основной" потенциально опасны по горным ударам. Наиболее удароопасен пласт В. Горные удары происходят главным образом при ведении горных работ по первому слою.

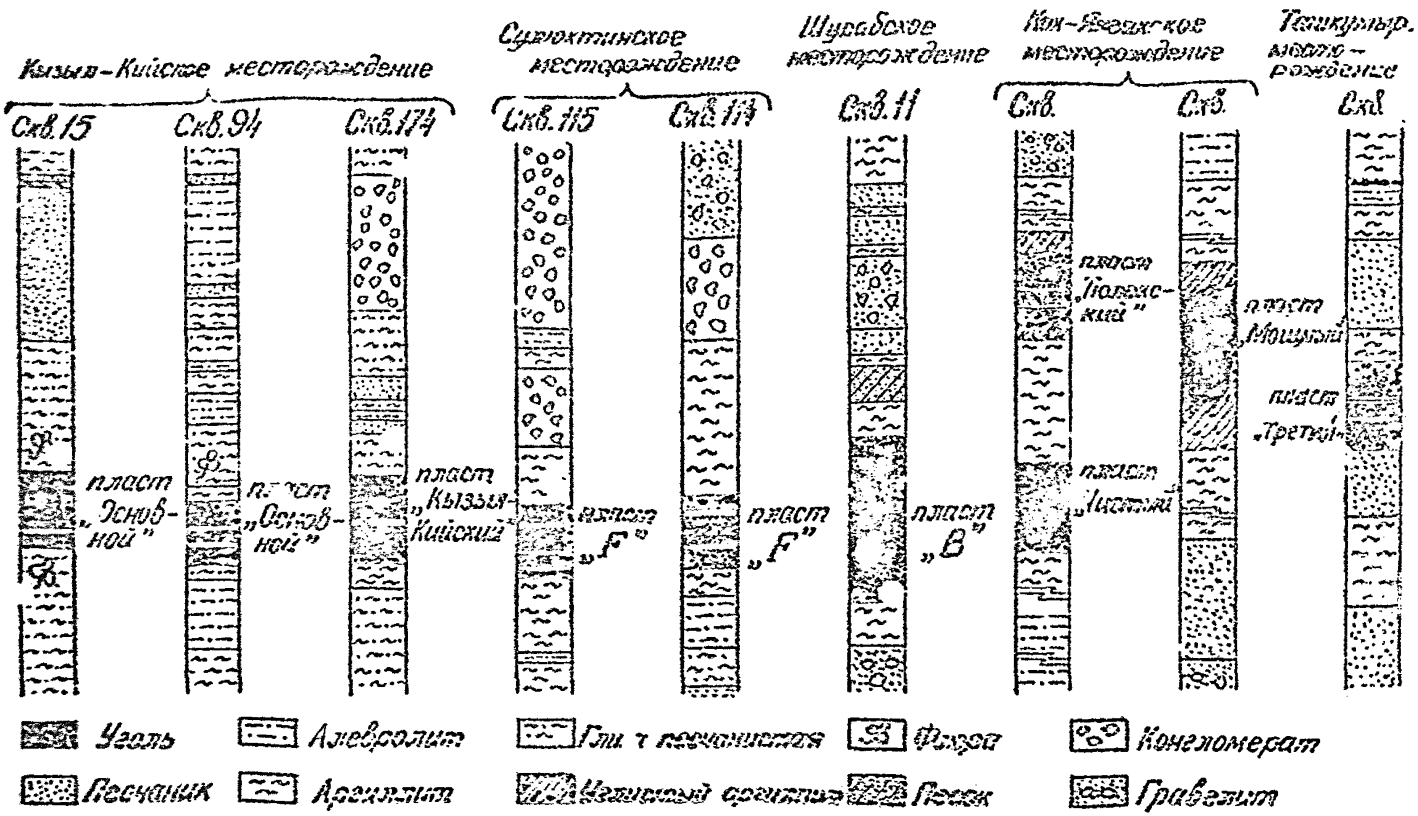


Рис. 1. Литологические колонки пород угленосной толщи месторождений Юго-Ферганского района

В гидрогеологическом отношении шахты Средней Азии относятся к слабообводненным. Однако на ряде участков имеются сильнообводненные валунно-галечные отложения, обусловливающие повышенный приток воды в горные выработки и осложнение горных работ.

Таблица I

Месторождение	Пласт	Мощность, м	При преобладающей мощности пластов, м	Угол падения, град.	Вмещающие породы и их мощность, м	
					кровля	почва
Кизыл-Кийское	Основной	I,2-I0,5	4,5-5,2	0-50	Серые глины 0,5-2,0; аргиллиты, песчаники	Аргиллиты, глина, 1-10
Сулюктинское	f	0,7-II,0	5,0-5,6	20-30	Аргиллиты, I,5-6,0; конгломераты	Аргиллиты, 2-3
Шурабское	В	I0-I5	I0-I5	I5-40	Глины (слабоуглистые-кошма) 0,5-3,0	0,5-I0,0
Ташкумырское	Нуденой	0,3-8,0	2,5-3,2	0-5	Аргиллиты, алевролиты	Аргиллиты
Кок-Янгак	Новый (мощный)	0,7-8,0	2,6-3,2	I0-20	Аргиллиты, I,5; алевролит 6-8; конгломерат	Аргиллиты, углистые сланцы, 5-6;
	Чистый (У1)	0,7-2,9	2,0-2,5	I0-20	Глинистые сланцы 3-5	Аргиллиты, I0-I4
	Тюлекский (У)	I,5-6,5	2,5-3,5	I0-20	Аргиллиты, 0,5-2,7; аргиллиты, 5,0-7,	Аргиллиты

Угли, особенно буроугольных месторождений, характеризуются высокой химической активностью (табл.-/. Поэтому вопросам профилактики эндогенных пожаров должно уделяться [illegible] внимание.

Таблица 2

Месторождение, бассейн	Константа скорости сорбции кислорода углем при t = 25 град. С, мл/ г.ч.
Кизил-Кийское	0,120 - 0,152
Сулюктинское	0,100 - 0,130
Кок-Янгакское	0,060 - 0,110
Ташкумырское	0,070 - 0,100
Челябинский	0,080 - 0,100
Подмосковный	0,085 - 0,125
Кузнецкий	0,025 - 0,070

Породы, вмещающие угольные пласты, характеризуются низкими прочностными свойствами, что является одной из основных причин тяжелых условий эксплуатации месторождений Средней Азии. Основные показатели, характеризующие прочностные свойства пород, приведены в табл.3.

Таблица 3

Шахта	Пласт	Сопротивление вдавливанию штампа площадью 10 $м^2$ $\sigma_{вд}$, МПа	Прочность на растяжение пород непосредственной кровли, $\sigma_{см}$, МПа	Допустимая площадь обнажений, $м^2$	Прочность на одноосное сжатие пород непосредственной кровли, $\sigma_{сж}$, МПа
им.Ленинского Комсомола	Основной	15,0-30,0	$\leq$ 1,3	$\leq$ 10	7,0-13,0
№ 8 им. Ленина	"В"	12,0-30,0	$\leq$ 1,3	$\leq$ 10	7,0-12,0
№ 6/18, № 2/4	"Г" "Г"	10,0-25,0	$\leq$ 1,3	10-22	8,0-15,0
"Северная"	Ш	20,0-45,0	1,3-2,2	10-22	10,0-16,0
"Кок-Янгак"	Новый (мощный)	15,0-35,0	1,3-2,2	10-22	13,0-16,0
	Тюлекский (У)	20,0-45,0	1,3-3,1	10-34	16,0-25,0

Условия поддержания выработок зависят от многих горно-геологических факторов. Для сопоставления условий поддержания подготовительных выработок в качестве обобщающего критерия целесообразно использовать показатели:

$\frac{\gamma H}{\sigma_{сж}}$ - для пород кровли и $\frac{\gamma H}{\sigma_{вд}}$ - для пород почвы,

где $\sigma_{сж}$ - прочность на одноосное сжатие пород непосредственной кровли, МПа ;

$\sigma_{вд}$ - сопротивление пород вдавливанию штампа площадью IO $см^2$, МПа ;

γ - плотность породы, $т/м^3$;

H - глубина разработки, м.

На шахтах Средней Азии условия поддержания выработок могут быть разделены на легкие, средние и тяжелые (табл.4)

Таблица 4

Условия поддержания выработок	Кровля, $\frac{\gamma H}{\sigma_{сж}}$	Почва, $\frac{\gamma H}{\sigma_{вд}}$
Легкие	Менее 0,3	Менее 0,3
Средние	0,6-0,3	0,6-0,3
Тяжелые	Более 0,6	Более 0,6

2. ОХРАНА ВЫРАБОТОК

Состояние кровли и пород в подготовительных выработках, проводимых и поддерживаемых в зоне влияния очистных работ, определяется проявлениями горного давления в этой зоне.

В условиях месторождений Средней Азии влияние временного опорного давления распространяется до 35-50 м впереди очистного забоя и до 60-120 м позади его при отработке пластов средней мощности и первого слоя мощных пластов. При отработке нижних слоев мощных пластов эти параметры в 1,3-1,5 раза меньше.

Остаточное опорное давление характеризуется продолжительным (до 5 лет и более) воздействием на окружающий массив горных пород вблизи неподвижных границ очистных работ. Основные процессы формирования параметров остаточного опорного давления происходят в первые 3-6 месяцев после отработки лавы. Общая протяженность зоны остаточного опорного давления по падению пласта составляет 25-40 м. При этом максимум напряжений удален от кромки угольного массива на расстояние 6-12 м.

На нижних слоях мощных пластов параметры остаточного опорного давления, как и временного опорного давления, снижаются в 1,3-1,5 раза. Схема распространения зон опорного давления в окрестности очистной выработки приведена на рис.2. Остаточное опорное давление оказывает существенное влияние на выбор места расположения подготовительных выработок и способа их охраны.

В благоприятном положении оказываются выработки, расположенные вне зоны влияния остаточного опорного давления и на

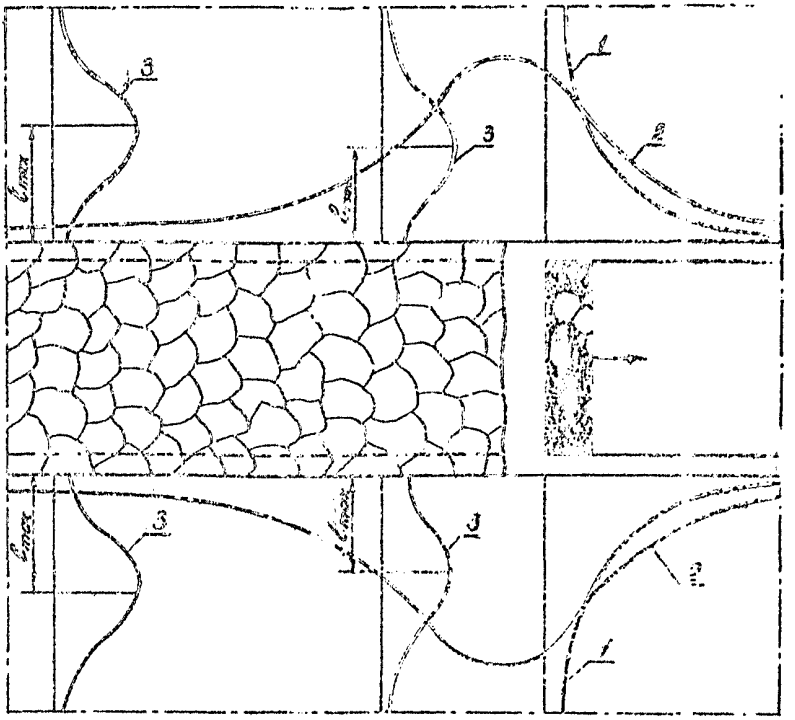


Рис. 2. Схема распространения зон проявления горного давления в окрестности очистной выработки:

1,2 - зона временного опорного давления позади очистного забоя и по бокам;

3 - зона остаточного опорного давления позади очистного забоя.

границе с обрушенными породами (в зоне пониженных напряжений). В худшем состоянии находятся выработки, расположенные в зоне максимума напряжений.

Результаты исследований [I-I3] , выполненных на шахтах Средней Азии, позволяют рекомендовать два способа охраны пластовых подготовительных выработок: целиками угля и бесцеликовый. Предпочтение следует отдавать бесцеликовому способу охраны выработок, обеспечивающему наиболее полное извлечение запасов угля и вполне удовлетворительное состояние горных выработок.

2.I. Охрана выработок целиками угля

Необходимость оставления конвейерных целиков угля при разработке месторождений Средней Азии обусловлена следующими факторами:

I) наличием тектонических нарушений в пределах выемочного поля;

2) обводненностью выработанного пространства;

3) значительным (более 35-40^0) углом падения пласта;

4) отсутствием возможности проведения профилактического заиливания (Ташкумырское месторождение);

5) трудностью изменения плана развития горных работ на действующих горизонтах шахт с целью обеспечения необходимых разрывов во времени между отработкой смежных столбов;

6) изрезанностью краевой части пласта выработками.

Минимальная ширина целика $B_ц$, обеспечивающего удовлетворительное состояние выработок определяется по формуле

$$\ell_{ц} = 0{,}5 L_o ,$$

где L_o – ширина зоны остаточного опорного давления, м.

Формулы для определения ширины зоны остаточного опорного давления и ее основных параметров приведены в табл. 5.

Таблица 5

Определяемый параметр	Расчетная формула
Удаление максимума напряжений от границы обрушения, ℓ_{max} м:	
пласт средней мощности и первые слои мощных пластов;	$\ell_{max} = (0{,}039 + 0{,}0034 t^{0{,}5}) \cdot \frac{\gamma \cos\alpha f_n^{0{,}45}}{e^{0{,}3 f_y}}$
нижние слои мощных пластов	$\ell_{max} = 0{,}056 \frac{H \cos\alpha f_n^{0{,}45}}{e^{0{,}3 f_y}}$
Ширина зоны остаточного опорного давления, L_o м:	
пласты средней мощности и первые слои мощных пластов	$L_o = 3{,}0\, \ell_{max}$
нижние слои мощных пластов	$L_o^H = 2{,}8\, \ell_{max}^H$
Ширина зоны пониженных напряжений, ℓ_n м;	
пласты средней мощности и первые слои мощных пластов	$\ell_n = 0{,}34\, \ell_{max}$
нижние слои мощных пластов	$\ell_n = 0{,}34\, \ell_{max}^H$

В формулах табл.5 приняты следующие обозначения:

t – время формирования зоны остаточного опорного давления, мес.;

H – глубина расположения выработки, м;

α – угол падения пласта, град.;

f_n – средневзвешенный коэффициент крепости пород кровли пласта по М.М.Протодьяконову на высоту области опережающих нормальных сдвижений;

$l_{оч}$ – длина очистного забоя, м;

$f_у$ – коэффициент крепости угля по М.М.Протодьяконову.

При необходимости полного исключения влияния очистных работ на подготовительные выработки ширину целика следует принимать

$$b_ц \geq l_{оч}.$$

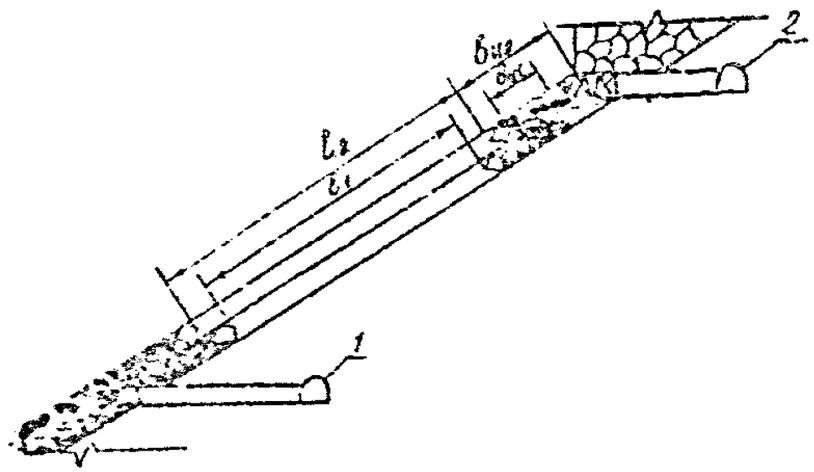
При отработке мощных пластов наклонными слоями важным фактором обеспечения устойчивости слоевых выработок является их взаимное расположение. Слоевые штреки могут располагаться потолкоуступно, (рис.3), почвоуступно и комбинированно. Наиболее благоприятное состояние слоевых выработок обеспечивается при потолкоуступной схеме их расположения. Основным недостатком этой схемы является увеличение ширины целиков на нижних слоях и сокращение линии очистных забоев. Этот недостаток устраняется при почвоуступном расположении слоевых выработок. Однако расположение выработок нижних слоев под целиками угля вышележащих слоев резко ухудшает их состояние, увеличивает затраты на поддержание выработок в 1,5-3 раза. Комбинированному расположению слоевых выработок свойственны достоинства и недостатки описанных выше способов.

2.2. Охрана выработок без целиков

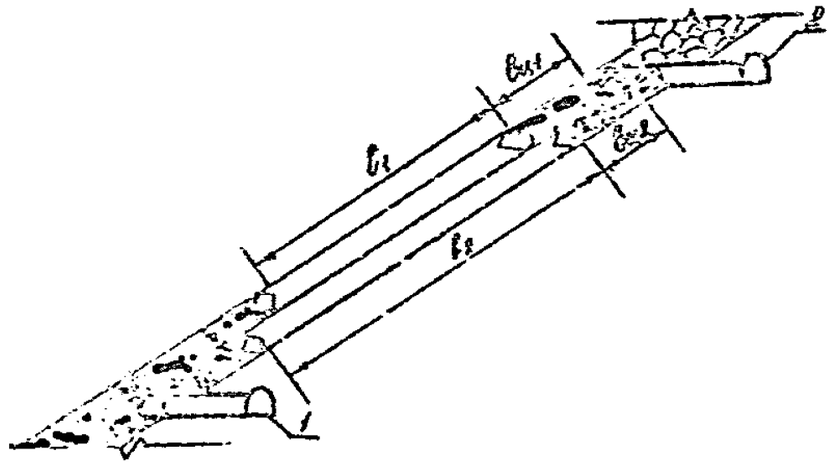
Способ охраны выработок целиками угля становится все более нецелесообразным при увеличении глубины разработки месторождений.

Несмотря на существенное увеличение ширины околоштрековых целиков, а следовательно, и потерь угля в недрах, состоя-

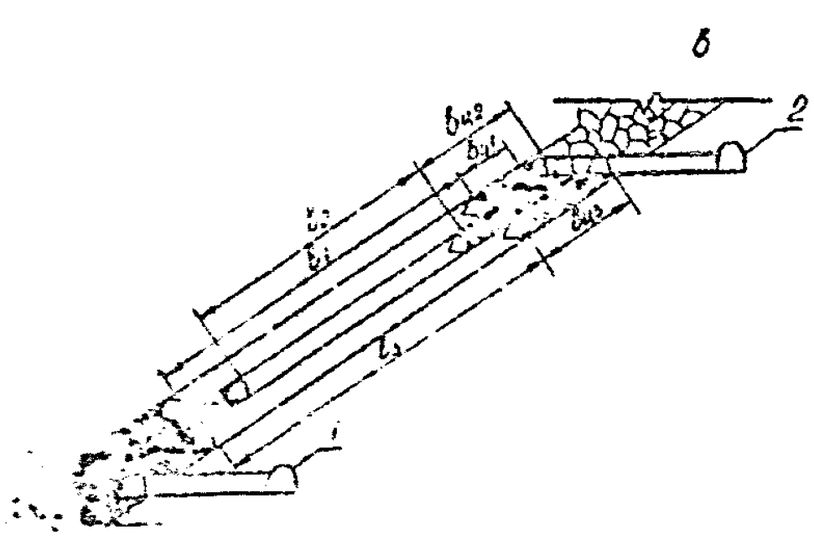
а



б



в



г

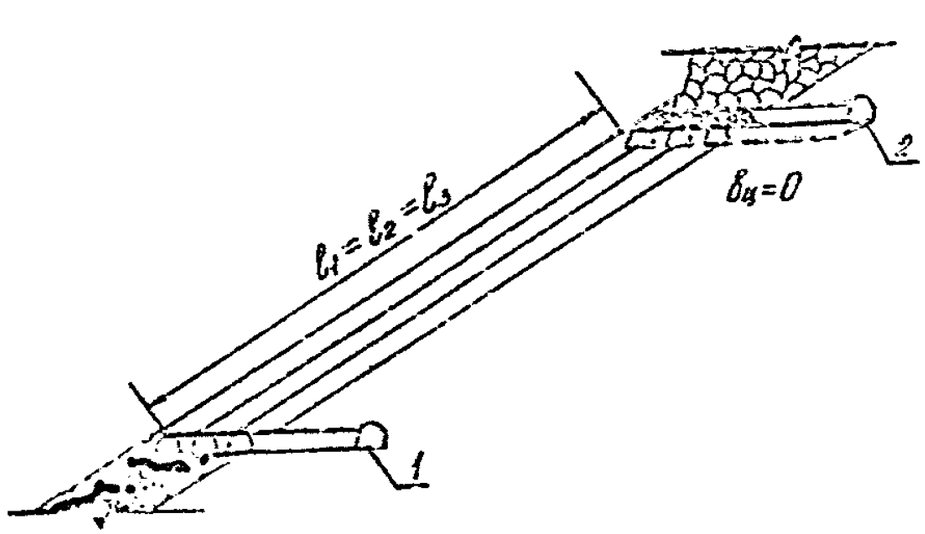


Рис. 5. Схемы расположения выработок относительно действующих очистных забоев

ние подготовительных выработок не улучшается. Наиболее перспективным является способ охраны выработок без оставления угольных целиков [14-17].

Бесцеликовый способ охраны выработок применим как при отработке пластов средней мощности так и мощных пластов (рис.3г) с углами падения до 35-40° и может быть осуществлен:

а) с сохранением выработки или части сечения выработки для повторного использования;

б, проведением выработок в выработанном пространстве;

в) проведением выработок вприсечку к выработанному пространству.

Для условий угольных месторождений Средней Азии рекомендуется бесцеликовый способ охраны выработок путем проведения их вприсечку к выработанному пространству. При этом выработки следует проводить непосредственно на границе с обрушенными породами. Оставление оградительных целиков шириной 2-4 м нецелесообразно ввиду малой ширины зоны пониженных напряжений (ℓ = 3-5 м).

Сохранение выработок для повторного использования не рекомендуется в связи с высокой химической активностью углей. Проведение выработок в выработанном пространстве применяется как правило, при отработке тонких пластов.

Для улучшения состояния выработок, охраняемых без целиков ,при проведении их вприсечку к выработанному пространству необходимо соблюдать следующее:

а) обеспечивать полную посадку кровли в поддерживаемых выработках;

б) при отработке мощных пластов по наклонным слоями слоевую

выработки располагать под обрушенными породами, а не под целиками угля также проводить бесцеликовую отработку пласта, начиная с первого слоя;

в) обеспечивать минимально-необходимые разрывы во времени между отработкой смежных столбов и слоев;

г) применять крепь с требуемой несущей способностью и податливостью с учетом условий поддержания.

2.5. Крепь выработок, располагаемых на границе с обрушенными породами

При расположении выработок на границе с обрушенными породами изменяется характер проявления горного давления по сравнению с расположением их в массиве угля или при охране целиками, (табл.6). Существенно возрастают величины смещений пород со стороны восстания.

Таблица 6

Способ охраны выработок	Смещение кровли от вертикальных смещений,%		Боковые смещения от вертикальных смещений,%		Смещения пород со стороны восстания от боковых смещений,%	
	первые слои	нижние слои	первые слоя	нижние слои	первые слоя	нижние слои
Массив угля	24,8	27,7	68,0	60,2	60,0	57,0
Целики угля	22,2	25,5	80,7	82,0	64,0	64,7
Без целиков	29,0	31,0	72,0	79,0	70,5	68,5

Для снижения затрат на поддержание присечных выработок целесообразно применять крепи направленной боковой податливости. Однако конструкции таких крепей пока находятся на стадии разработки.

На шахтах Советского Союза для крепления выработок, при-

водимых вприсечку к выработанному пространству, применяются обычные виды крепи: деревянная, металлическая (арочная, трапециевидная) без дополнительного усиления или усилением стойками, подхватами.

На шахтах Средней Азии при повышенном давлении успешно используется металлическая арочная податливая крепь (рис.4,а). Сравнительно широко применяются комбинированная крепь, состоящая из двух-четырех деревянных стоек и металлического арочного верхняка (рис.4,б,в,) Применяются неполные деревянные спаренные рамы (рис.4г).

Эффективным мероприятием по усилению деревянной, комбинированной и металлической арочной крепи в тяжелых условиях является установка подхватов под верхняки (рис.4,а,б,в,г) и возведение в период проходки временной крепи из гидростоек и металлических верхняков с последующей установкой постоянной крепи (рис.4,д)

Технологическая податливость различных видов крепи зависит от условий поддержания выработок. Она превышает значительно конструктивную податливость особенно при наличии слабых вмещающих пород за счет вдавливания стоек крепи в почву и обыгрывания породами элементов крепи. Величины технологической податливости некоторых видов крепи для различных условий поддержания выработок приведены в табл.7.

Рекомендуемые виды крепи выработок, располагаемых на границе с обрушенными породами, приведены в табл.8.

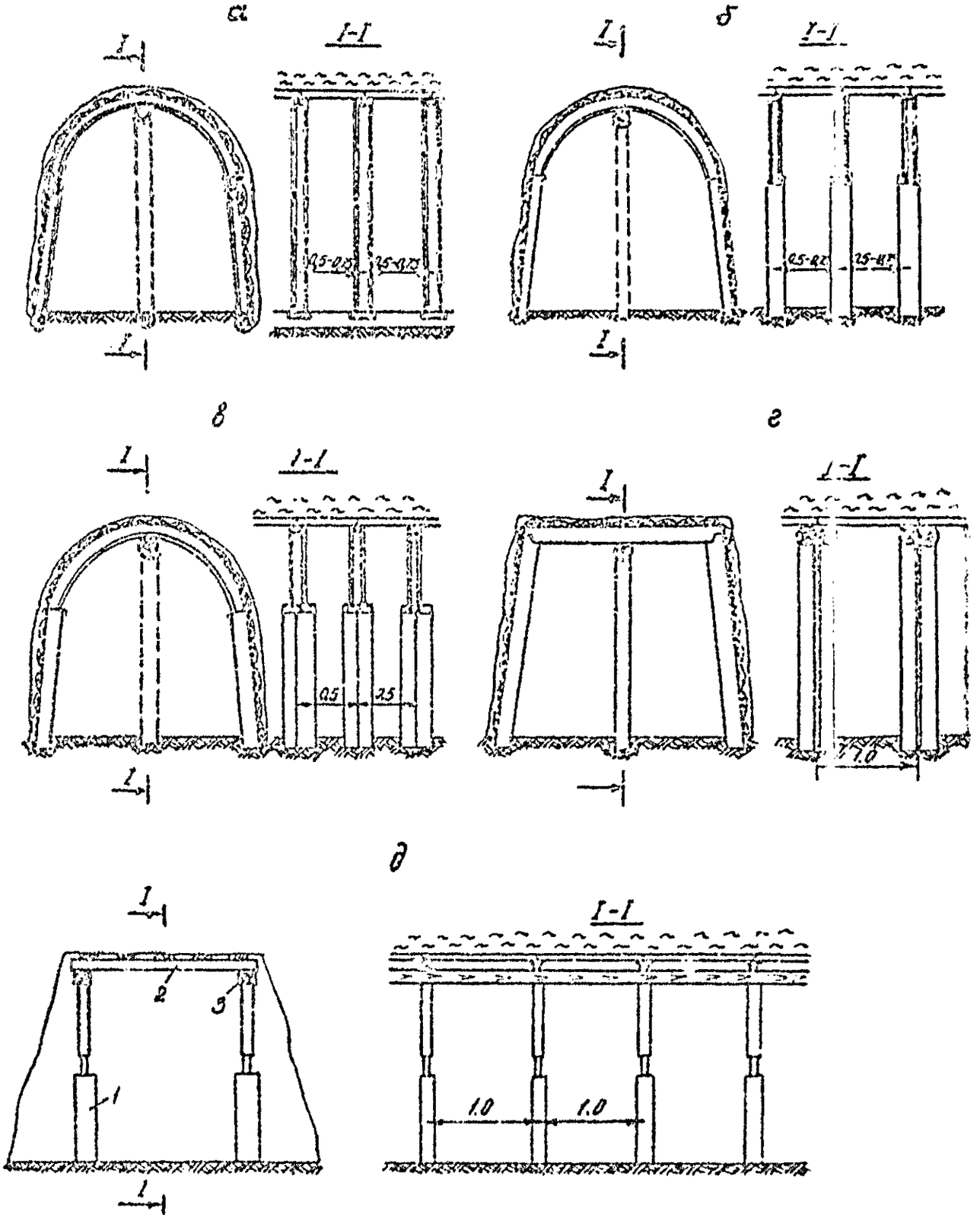


Рис. [illegible] присечных выработок

Таблица 7

Вид крепи	Технологическая податливость крепи при различных условиях поддержания, мм		
	легкие	средние	тяжелые
Деревянная, 2 рамы/м	200-250	300-350	400-450
Комбинированная, 2 рамы/м	300-350	400-450	500-550
Металлическая арочная податливая, 1,5 рамы/м	400-450	500-550	650-700

Таблица 8

Условия поддержания выработок	Вид и плотность крепи выработок	Дополнительные меры по усилению крепи и улучшению условий ее работы
Легкие	Дерево, неполные крепежные рамы, 2 рамы/м (рис.4,г)	Стойки под верхняки на участке 25-35 м впереди забоя лавы. Запас сечения по высоте не менее 200 мм; по ширине не менее 100 мм.
	Комбинированная, 1,5 рамы/м (рис.4,б,в)	Стойки под верхняки на участке 10-15 м впереди забоя лавы. Запас сечения по высоте не менее 200 мм; по ширине не менее 100 мм
Средние	Дерево, неполные крепежные рамы, 2 рамы /м (рис.4,г)	Вид подхватов при установке постоянной крепи. Запас сечения по высоте не менее 400 мм; по ширине не менее 200 мм
	Комбинированная, 2 рамы/м (рис.4,б)	то же
	Металлическая арочная податливая крепь, 1,5 рамы/м (рис.4,в)	то же
Тяжелые	Дерево, неполные крепежные рамы, 4 рамы/м (рис.4,г)	Разгрузка вышележащего породного массива скважинами. Установка временной крепи (рис.4,д) из металлических верхняков и гидравлических стоек на расстоянии до 40-50 м от очистного забоя.

Продолжение табл.8

I	2	3
		Ряд подхватов на лежнях при установке постоянной крепи. Зазор сечения по высоте не менее 600 мм; по ширине не менее 200 мм
	Комбинированная, 2 рамы/м 4 стойки и один верхняк, (рис.4,в)	то же
	Металлическая арочная податливая крепь 1,5 рамы/м (рис.4,а)	то же

3. СМЕЩЕНИЯ ПОРОД КОНТУРА ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВЫРАБОТОК. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК

3.1. Расчет ожидаемых смещений пород контура поперечного сечения выработок и давления на крепь

Параметры крепи выемочных штреков следует определять исходя из расчета ожидаемых смещений за весь период их службы. Существенное влияние на величину смещений при прочих равных условиях оказывают обслуживаемый и смежный очистные забои.

По фактору влияния на выработку собственного и смежного действующих забоев следует выделить три основных группы выработок.

1. Выработки, пройденные до начала влияния очистных работ вне зоны остаточного опорного давления и подверженные воздействию временного опорного давления обслуживаемой лавы (рис.5, а)

2. Выработки, расположенные в зоне остаточного опорного давления и подверженные воздействию временного опорного давления двух действующих очистных забоев: смежного и обслуживаемого столбов (рис. 5, б)

3. Выработки, расположенные в зоне остаточного опорного давления и подверженные воздействию опорного давления обслуживаемой лавы (рис.5, в).

Ожидаемые величины вертикальных смещений контура поперечного сечения выработок определяются по формулам:

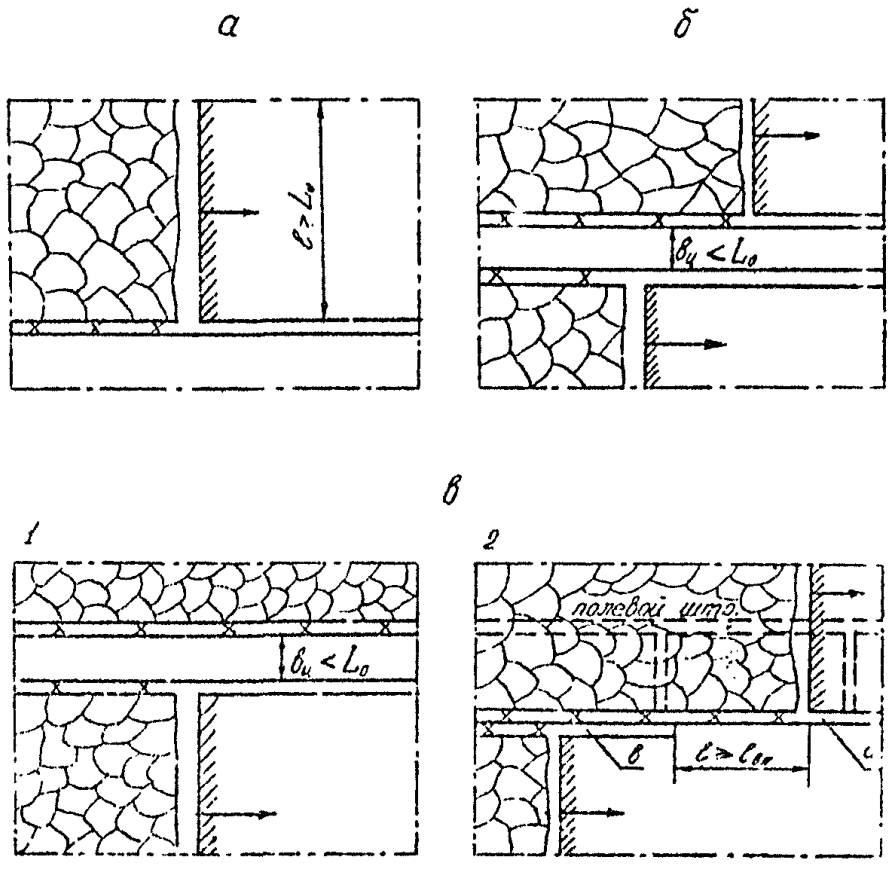


Рис.9. Схемы взаимного расположения очистных выработок

для первой и третьей групп выработок (рис. 5а, 5в)

$$U^{I,III} = U_1 + v_2 T_2 + U_3;$$

для второй группы выработок (рис.5б)

$$U^{II} = (U_1 + v_2 T) K_1 + U_3,$$

где $U^{I,II,III}$ – суммарные величины смещений за весь период существования выработки, мм;

U_1 – величина смещений пород в зоне влияния проходческого забоя, мм; v_2 – скорость смещения пород при нахождении выработки вне зоны влияния действующих проходческого и очистного забоев, мм/сут; T_2 – время нахождения выработки вне влияния действующих проходческого и очистного забоев, сут.; U_3 – величина смещения пород в период влияния действующего очистного забоя, мм; K_1 – коэффициент, учитывающий влияние опорного давления от смежной лавы.

Значения коэффициента K_1 приведены в табл.9

Таблица 9

Ширина целика, м	5	10	15	20	25	30
Значения коэффициента, K_1	1,81	1,77	1,69	1,44	1,35	1,25

На величину вертикальных и боковых смещений контура поперечного сечения выработок в разные периоды их существования оказывает влияние большое количество факторов. На основании анализа результатов экспериментальных исследований проявлений горного давления в выработках рекомендуется учитывать следующие основные факторы: глубина расположения выработки H, м, угол падения пласта α, град. ширина надштрекового целика $B_ц$, м,

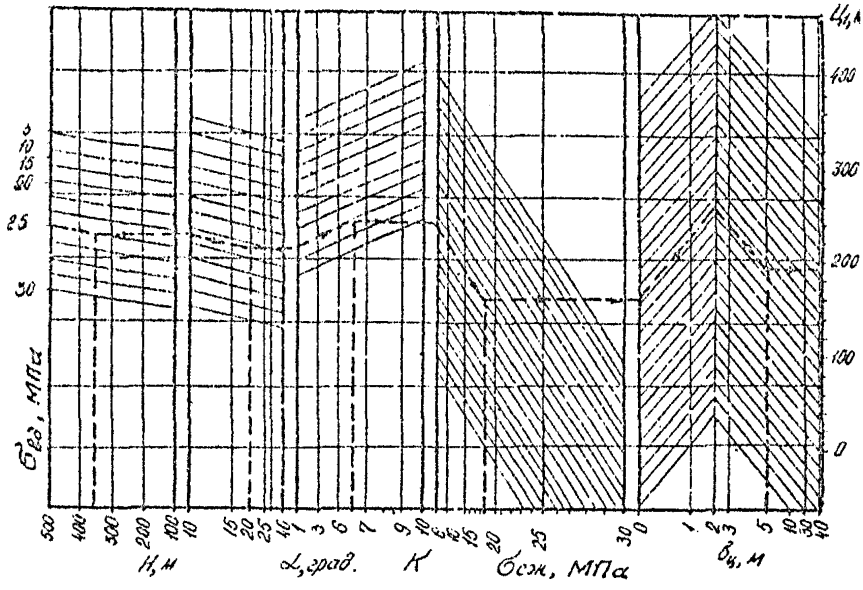
прочность пород непосредственной кровли на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$, Па сопротивление пород почвы вдавливанию $\sigma_{вд}$, Па скорость подвигания очистного забоя $v_{о.з}$ м/мес, мощность пород непосредственной кровли $m_{н.к}$, м и вынимаемого слоя $m_{сл}$, м Влияние последних двух факторов учитывается через коэффициент $K = \frac{m_{н.к}}{m_{сл}}$.

Величины вертикальных смещений контура поперечного сечения выработок в зоне влияния действующего проходческого забоя U_1 в зоне влияния действующего очистного забоя U_3 и скорости вертикальных смещений вне зон влияния проходческого и очистного забоя v_2 для условий Кызыл-Кийского, Сулюктинского и Шурабского районов определяются по номограммам, приведенным на рисунках 6-8. Ключи пользования номограммами показаны штриховыми линиями.

Данные номограммы справедливы для следующих значений фактор-аргументов: глубины разработки H = 100-500 м; угле падения пласта α = 5-40°; ширины надпрекового целика $b_ц$ = 0-20 м; сопротивления пород непосредственной кровли одноосному сжатию $\sigma_{сж}$ = 40-350 Па ; сопротивления пород вдавливанию, $\sigma_{вд}$ = 40-350 Па ; коэффициента K = 1-10, скорости подвигания очистного забоя $v_{о.з}$ = 15-75 м/мес.

Расчет величин вертикальных смещений контура поперечного сечения выработок для условий Кок-Янгакского и Ташкумырского месторождений производится по изложенной выше методике. Полученный результат умножается на коэффициент $K_п$ = 0,6, учитывающий различия в горно-геологических условиях месторождений.

а



б

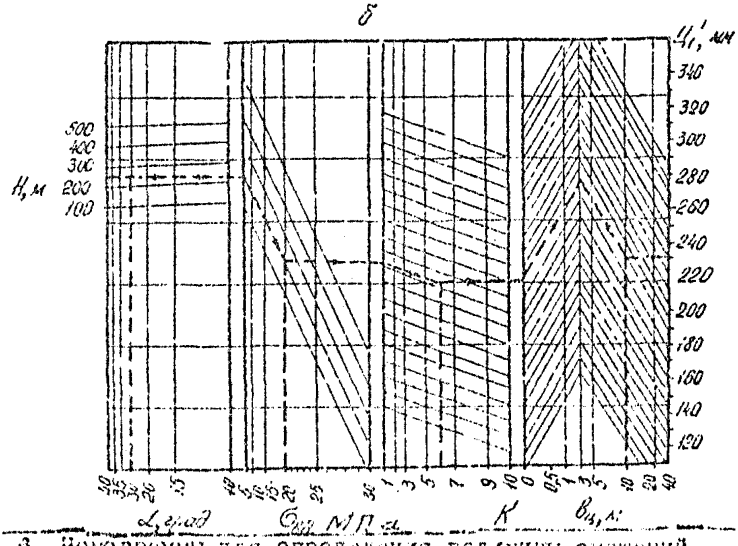


Рис. 3. Номограммы для определения величины смещений пород кровли и почвы в выработках пройденных по пластам средней мощности, первым слоям мощных пластов (а) и по нижним слоям в период их проведения.

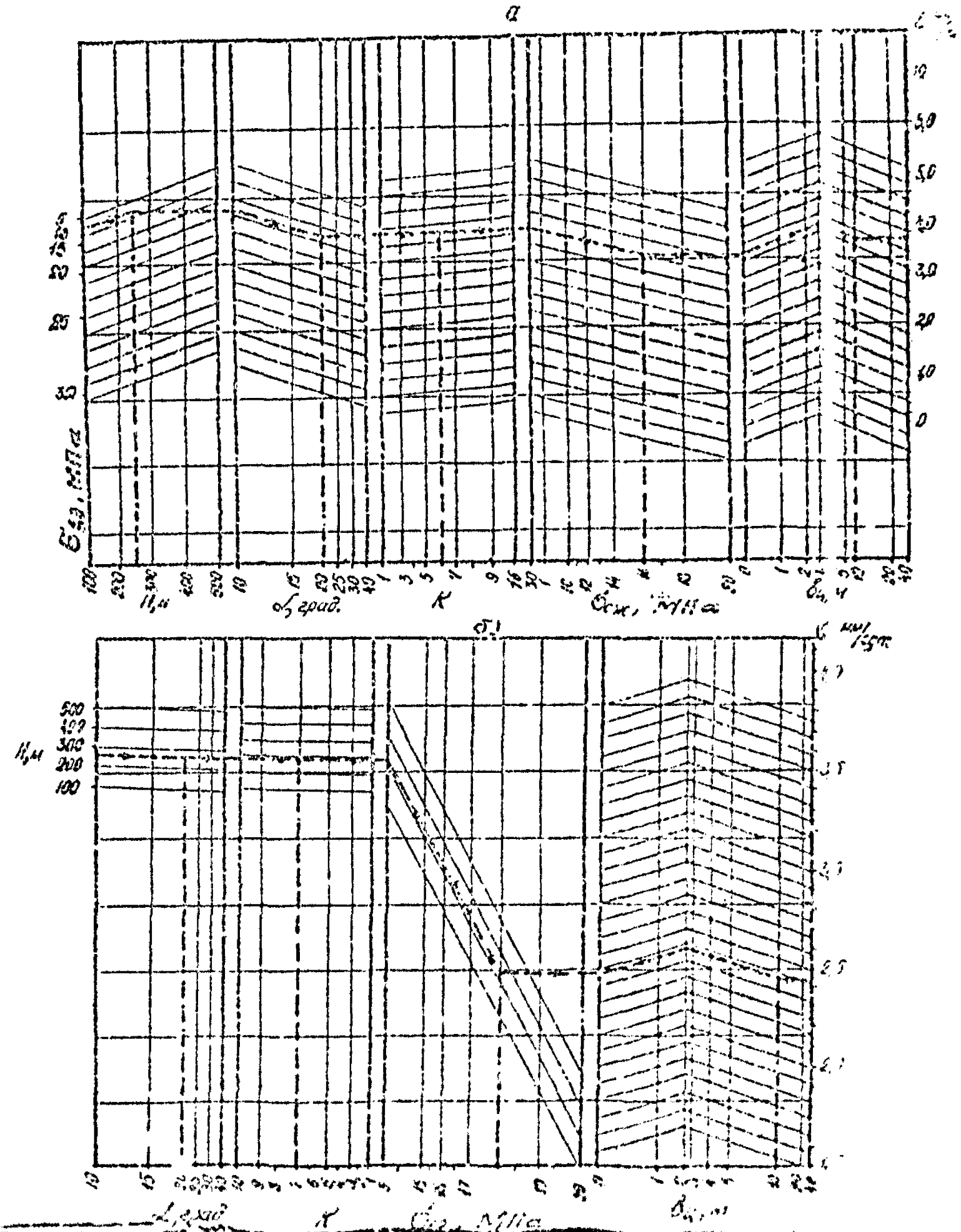


Рис. 7. Номограммы для определения сопротивления сжатию пород кровли и почвы в выработках, пройденных по пластам средней мощности, первым слоем мощных пластов (а) и по нижним слоям мощных пластов (б) при отсутствии или незначительном влиянии близкого выработанного пространства

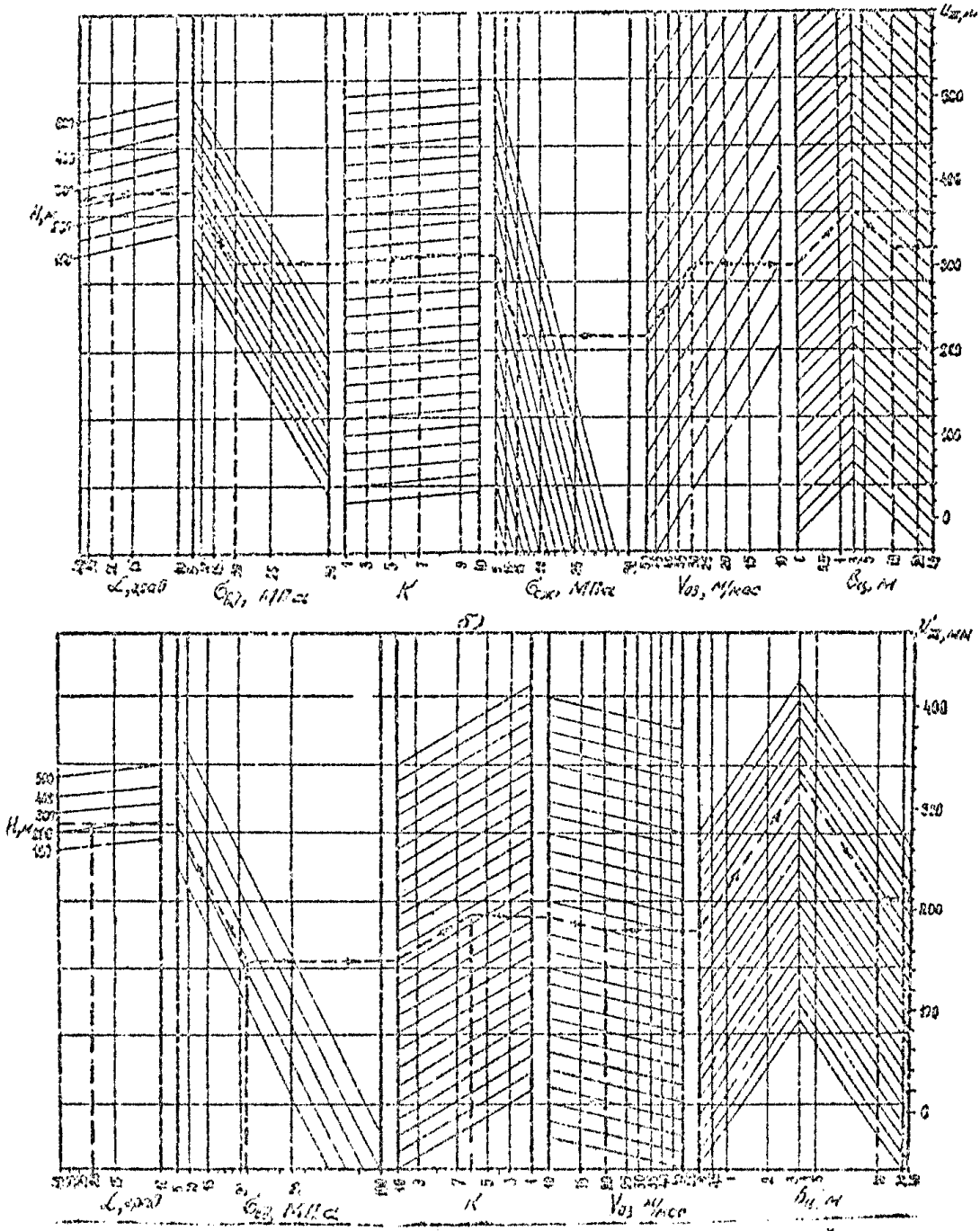


Рис. 6. Номограммы для определения величины смещений пород кровли и почвы в выработках, пройденных по пластам средней мощности, первым слоям мощных пластов (а) и по нижним слоям мощных пластов (б)

Боковые смещения контура поперечного сечения выработок $U_б$ определяются из выражения

$$U_б = K_б U ,$$

где $K_б$ – числовой коэффициент бокового смещения контура поперечного сечения выработок.

Значения коэффициента $K_б$ приведены в табл.10.

Таблица 10

Способ охраны выработки	Значение коэффициента $K_б$
Массив угля	0,65
Целики угля	0,80
Без целиков	0,75

Следует отметить, что величины смещений пород контура поперечного сечения слоевых штреков, проведенных с помощью проходческих комбайнов в одинаковых условиях их поддержания, ниже, чем при проведении этих выработок с помощью буровзрывных работ во все периоды их существования. Наибольшая разница наблюдается в период проведения и составляет при легких условиях поддержания 20–23%, а при средних – 35–37%. Следовательно, комбайновый способ проведения присечных выработок является предпочтительным не только с точки зрения производительности труда, но и устойчивости выработок.

Проведение горной выработки, как известно, вызывает перераспределение напряжений в окружающих породах в процессе чего вокруг выработки создается область деформированных пород. Смещение пород, вмещающих выработку, связанное с образованием области их деформирования, предопределяет нагрузку на крепь и условия ее работы. Зная закономерности возникновения и раз-

вития области деформированных пород вокруг выработок, можно с определенной достоверностью делать предварительный расчет нагрузки на крепь.

Высота области деформированных пород в кровле выемочных штреков первых слоев R может быть определена по следующей формуле:

$$R = 0{,}88\sqrt{\frac{b}{f}}\,\ln HK_ц,$$

где f – коэффициент прочности пород по шкале проф. М.М. Протодьяконова;

$K_ц$ – коэффициент, учитывающий влияние ширины надштрекового целика (табл.II).

Таблица II

Ширина целика, м	0	5	10	15	20	25	30
Значение коэффициента $K_ц$	1,17	1,45	1,42	1,35	1,15	1,10	1,00

Величина нагрузки на крепь выемочных штреков P пройденных по пластам средней мощности и по первым слоям мощных пластов на шахтах месторождений Средней Азии, может быть определена по формуле:

$$P = (1 - \sin\varphi K_т)\sum \gamma H\left(\frac{a}{R}\right)^{\frac{2\sin\varphi}{1-\sin\varphi K_т}},$$

где φ – угол внутреннего трения, град.;

γ – плотность породы, т/м^3;

$K_т$ – коэффициент изменения угла внутреннего трения, $K_т = 0{,}8$;

a – половина ширины выработки в проходке, м

Давление на крепь выемочных штреков нижних слоев при прочих равных условиях примерно на 30% меньше, чем по

крепь первых слоев. Поэтому можно принять, что

$$P_{н.с} = 0,7P.$$

Пример: Определить давление на крепь вентиляционных штреков первого и нижнего слоев при следующих условиях:

ширина выработки B = 2,8 м; глубина расположения H = 245 м; коэффициент крепости пород непосредственной кровли f = 1,6; штрек пройден вприсечку к выработанному пространству.

$$R = 0,88\sqrt{\frac{2,8}{1,6}}\ln 245 \cdot 1,17 = 7,5\ м\ ;$$

$$P = (1 - \sin 35° \cdot 0,8) \cdot 2,5 \cdot 245 \left(\frac{1,4}{7,5}\right)^{\frac{2\sin 35°}{1-\sin 35° \cdot 0,8}} =$$

$$= 0,12\ МПа\ ;$$

$$P_{н.с} = 0,7 \cdot 12 = 0,084\ МПа\ .$$

3.2. Мероприятия по повышению устойчивости выработок

Мероприятия по повышению устойчивости вентиляционных штреков можно разделить на пять групп.

К первой группе относятся мероприятия, позволяющие уменьшить напряженное состояние массива горных пород, вмещающих угольный пласт, что в конечном счете приведет к уменьшению интенсивности деформаций контура поперечного сечения выработки. К ним относятся: надработка выработок; проведение выработок за пределами зоны максимальных концентраций напряжений по падению или восстанию угольного пласта; бурение разгрузочных

скважин и щелей по пласту угля в боках выработок и т.п.

Результаты исследований показывают, что в условиях шахт Средней Азии наиболее действенным и рациональным мероприятием из этой группы является проведение выработок в зоне пониженных напряжений: на кромке пласта вприсечку к выработанному пространству.

В ряде случаев эффективным способом борьбы с пучением пород в выработках является разгрузка породного массива скважинами большого диаметра [18,19]

Вторая группа мероприятий направлена на повышение устойчивости массива за счет упрочнения боковых пород химическим или механическим способами. Опыт применения этих мероприятий на буроугольных шахтах Средней Азии для повышения устойчивости выработок не нашел широкого распространения из-за значительной трудоемкости и стоимости процесса упрочнения пород.

К третьей группе относятся мероприятия, направленные на проведение выработок увеличенного сечения с крепями повышенной податливости в вертикальном и горизонтальном направлениях. Оптимальным режимом работы крепи горных выработок является ее безремонтное содержание за весь период существования.

Рекомендуемые запасы поперечного сечения выработок в вертикальной и горизонтальной плоскостях приведены в табл.8.

К четвертой группе мероприятий относится применение облегченных временных переносных крепей в период проведения подготовительных выработок. Размер участка штрека, закрепленного данным видом крепи, соответствует размеру зоны влияния проходческого забоя и составляет в среднем 25-35 м. В тяжелых усло-

виях поддержания выработок данный участок увеличивается до 40-50 м. Временная крепь, устанавливаемая на участке влияния проходческого забоя, воспринимает основную долю смещений пород на этом участке и поэтому должна иметь достаточную податливость и обладать значительной грузонесущей способностью. Такой крепью могут быть гидравлические стойки большого типоразмера, установленные под металлический верхняк. Для того, чтобы гидравлические стойки воспринимали нагрузку равномерно, их нужно устанавливать под деревянные прогоны.
Постоянная крепь выработки должна возводиться за пределами указанной зоны. За счет применения такой технологии проходческих работ появится возможность получить выигрыш в запасе податливости постоянной крепи в пределах 100-250 мм.

В пятую группу входят мероприятия, направленные на сокращение срока службы выработок во все периоды. Сюда относятся: увеличение скоростей проведения выработки и подвигания очистного забоя; выбор оптимальных размеров выемочных полей, расстояний между промежуточными квершлагами (гезенками); правильное планирование подготовки новых выемочных полей.

Эти мероприятия являются весьма важными для достижения безремонтного содержания выработок или обеспечения минимальных затрат на их поддержание.

Комплексное внедрение указанных выше мероприятий позволит значительно повысить устойчивость пластовых (слоевых) выработок, резко уменьшить трудоемкость и затраты на их поддержание.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ИХ ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

4.1. Общие замечания

Технологические схемы очистных работ на пластах средней мощности и мощных при охране выработок целиками угля достаточно обоснованы и широко опробованы на угольных шахтах СССР, в том числе и на шахтах Средней Азии. Установлены и подтверждены практикой их основные параметры. Поэтому в настоящих "Методических указаниях..." технологические схемы очистных работ при охране выработок целиками угля и рассматриваются.

При охране выработок без целиков существующие способы подготовки и отработки выемочных полей не всегда оказываются приемлемыми. Основную роль при этом играет необходимость обеспечения определенного разрыва во времени между отработкой смежных выемочных столбов и слоёв с целью максимального сокращения затрат на поддержание выработок и исключения возможности возникновения эндогенных пожаров.

Ниже излагаются методические указания, относящиеся, в основном, к технологическим схемам при бесцеликовой охране выработок. Однако рекомендации по средствам механизации очистной выемки, ее параметрам в равной мере справедливы и для технологических схем с охраной выработок целиками угля.

4.2. Порядок подготовки и отработки выемочных полей при охране выработок без целиков

По подготовке и отработке пластов средней мощности и слоев мощных пологих и наклонных пластов, отрабатываемых наклонными слоями при бесцеликовой охране выработок, можно выделить следующие группы схем:

I. Погашение целиков угля, временно оставляемых:

а) по всей длине выемочного поля (рис. 9, а,б);

б) на часть длины выемочного поля (рис. 9, в)

2. Проведение выработок нового столба на границе обрушенными породами:

а) участками до очередного квершлага (гезенка) (рис.9,г);

б) на всю длину выемочного поля (рис. 9, д)

3. Отработка выемочных столбов в шахматном порядке через I-2 столба (рис. 9, е, ж).

4. Отработка пласта или слоя длинными столбами (по простиранию, падению, восстанию) или полосами (по восстанию, падению) с поддержанием выработок на границе с обрушенными породами позади очистного забоя (рис. 9, з ,и).

Применение первой группы схем бесцеликовой отработки связано, как правило, с отсутствием достаточного фронта работ на действующем горизонте шахты и необходимостью подготовки очередного столба в период отработки соседнего. Существенным недостатком данной группы схем является увеличение объема подготовительных работ. Протяженность выработок увеличивается на длину временно оставляемого целика. Некоторые неудобства возникают при переходе новой сборочной камеры к ему прилегающей

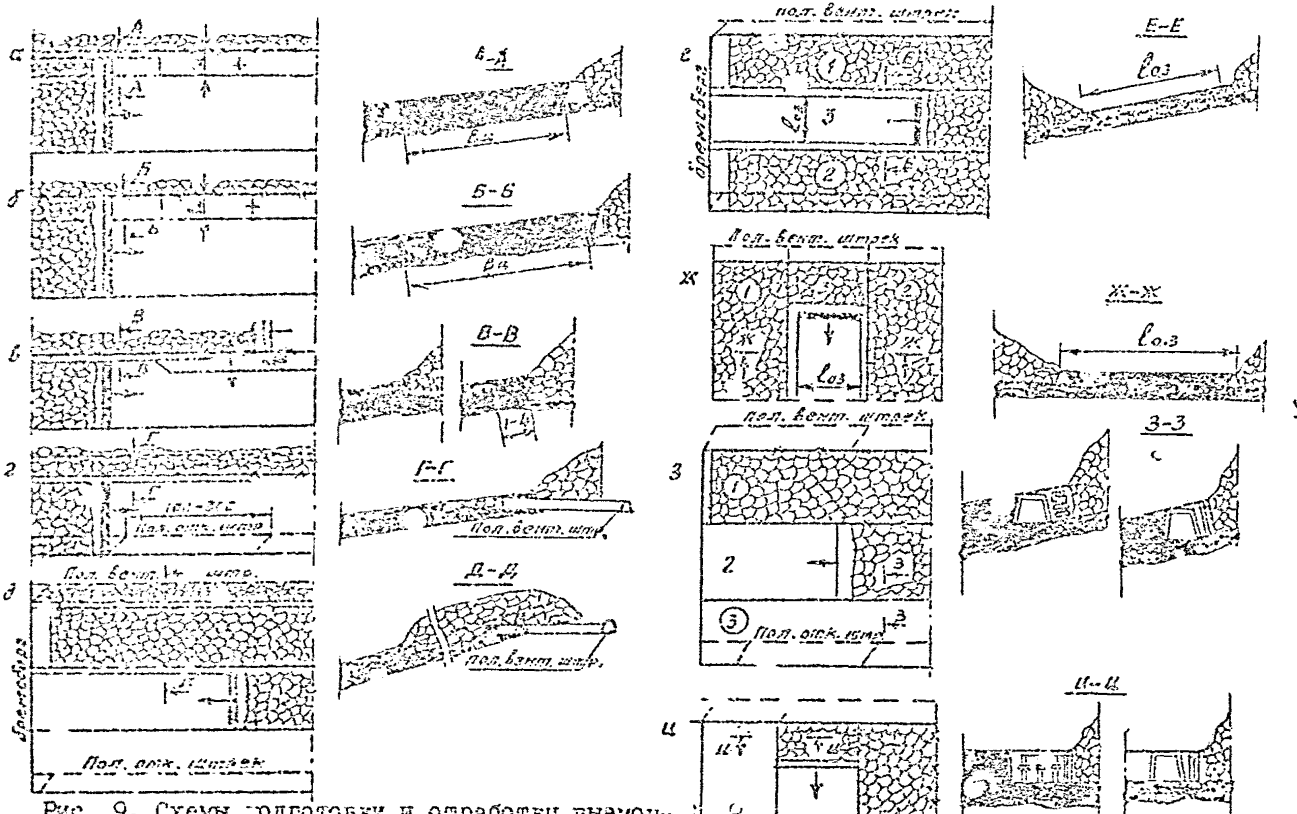


Рис. 9. Схемы подготовки и отработки выемочных столбов при бесцеликовой охране выработок

выработкой и временно охраняемой целиком угля.

При осуществлении бесцеликовой отработки угольных пластов по схемам второй группы выработки проводятся непосредственно на границе с обрушенными породами или с оставлением предохранительного целика шириной 2-3 м. При полевой подготовке пластов и отработке пластов (слоев) системой лава-этаж, а также при наличии полевых (групповых) подэтажных штреков и отработке пластов (слоев) длинными столбами по простиранию вентиляционные штреки проводятся впереди очистного забоя отдельными участками - до очередного участкового квершлага (гезенка). Это позволяет иметь минимальную протяженность поддерживаемых присечных выработок. В случае отсутствия полевых подэтажных штреков при отработке слоев длинными столбами по простиранию присечные выработки проходятся на всю длину выемочного поля, что влечет за собой увеличение затрат на их поддержание.

Отработка выемочных столбов в шахматном порядке (третья группа схем) возможна при углах падения до 18^0 и большой наклонной высоте этажа (панели) в случае его отработки тремя и более подэтажами (ярусами), а также при отработке пластов (слоев) длинными столбами по падению или восстанию.

При отработке столбов в шахматном порядке выработки, подготавливающие первоочередные столбы, проводятся в массиве угля и погашаются вслед за очистным забоем, что обеспечивает минимальные затраты на их поддержание. Оставшиеся среди обрушенных пород столбы подготавливаются выработками, располагаемыми на границе с обрушенными породами. Если среди обрушенных пород оставляют два выемочных столба, то их отработ-

вают спаренными лавами.

Четвертая группа схем бесцеликовой отработки пластов (слоев) предусматривает сохранение выработок в выработанном пространстве на границе с обрушением и повторное их использование для отработки очередного столба или полосы угля. Несомненным преимуществом данной группы схем является снижение объема подготовительных работ. Однако существенным недостатком следует считать повышенную опасность возникновения эндогенных пожаров при разработке пластов угля с высокой химической активностью, т.к. отработанный участок не изолируется немедленно и в течение длительного времени на контакте с обрушенными породами существует проветриваемая выработка.

Для условий буроугольных шахт Средней Азии, разрабатывающих мощные пласты, наиболее перспективными следует считать схему (рис.9, г) и ее вариант при разделении этажа на подэтажи (рис.10, д)

Схема (рис.9, е,ж) также может быть рекомендована при увеличении наклонной высоты новых этажей и глубине разработки до 200 м.

Схема (рис.9, з,и) возможна как вспомогательная на участках пластов, где отсутствует полевая подготовка.

Схема (рис.9, з,и) не рекомендуется в связи с высокой химической активностью углей буроугольных месторождений Средней Азии. По этой же причине не может быть рекомендован вариант схемы с частичным сохранением сечения выработки (рис. 9, б).

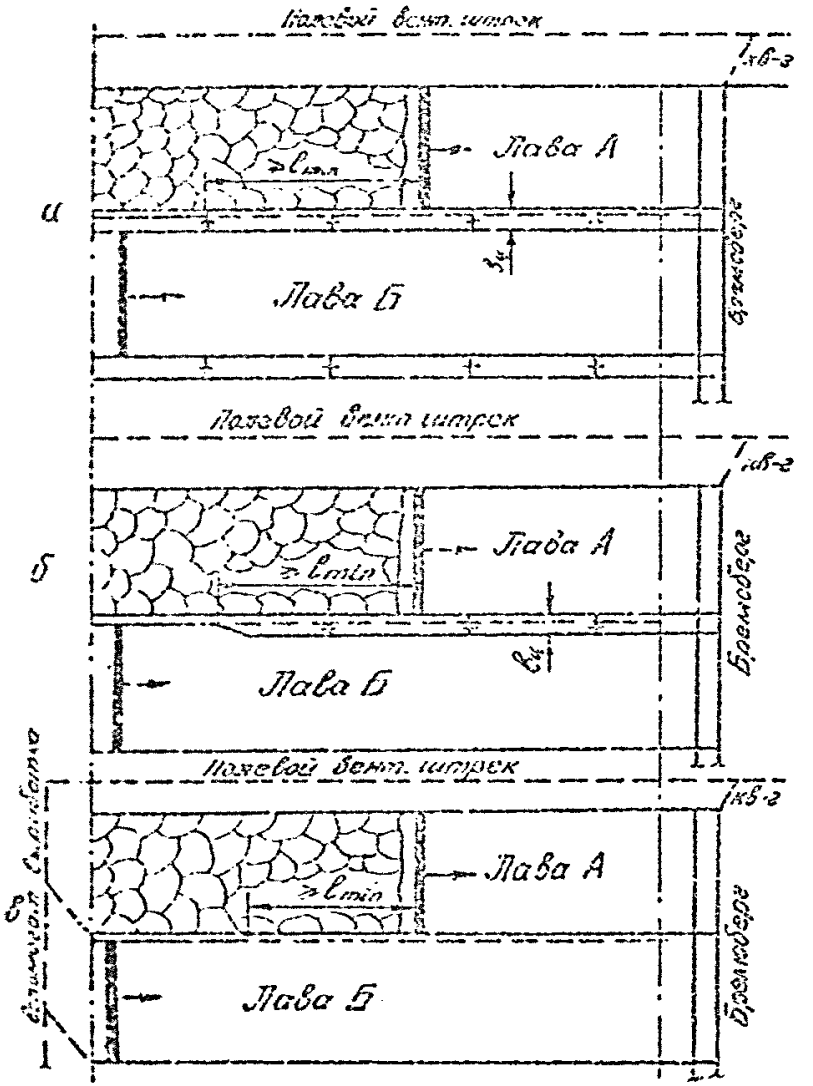
Для отработки пластов средней мощности могут быть реко-

мендованы схемы: (рис.9,в) (Кок-Янгакское месторождение), (рис.9, е,ж) Ташкумырское месторождение. В качестве переходных схем от охраны выработок целиками угля к бесцеликовым для условий обоих месторождений возможно использование схем (рис.9, а,в). Как и при разработке мощных пластов, не рекомендуется вариант схемы (рис.9, в) частичным сохранением сечения выработки (рис. 9,б) По указанным выше соображениям не может быть рекомендована схемы (рис. 9,а,и).

Возможный порядок подготовки слоев по рекомендуемым схемам показан на рис.IO.

Проведение выемочных штреков может осуществляться как от действующего бремсберга к границам выемочного поля, так и в обратном направлении от соседнего бремсберга или специально пройденной вспомогательной выработки (рис.IO,в,г) через определенный промежуток времени. Проведение выработок от бремсберга соседнего выемочного поля или вспомогательной выработки вслед за действующим очистным забоем позволяет сократить разрыв во времени между отработкой одной и началом работы соседней лавы.

В схемах (рис.IO,е-г) отработка мощного пласта производится наклонными слоями в нисходящем порядке по принципу "слой-пласт". При полной полевой подготовке мощного пласта и отработке слоев длинными столбами по простиранию (рис.IO,д) целесообразна отработка всех слоев в пределах одного подэтажа, а затем следующего. Частным случаем данной схемы является полевая подготовка мощного пласта при отработке слоев системой лава-этаж (рис.9,г).



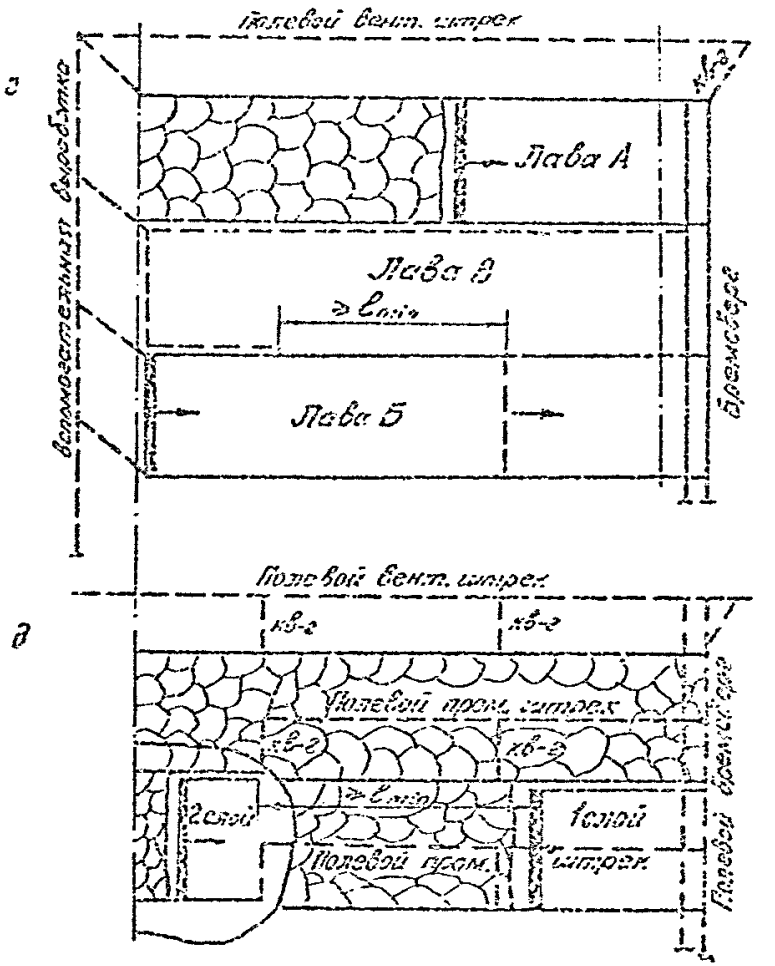


Рис.10. Порядок подготовки пластов (слоев) при бесцеликовой охране выработок

4.3. Технологические схемы отработки пластов при охране выработок без целиков

Ниже приводятся наиболее характерные из рекомендуемых технологических схем отработки пластов средней мощности и мощных для условий месторождений Средней Азии. На технологических схемах основное внимание уделено порядку подготовки отработки выемочных столбов и профилактическим мерам против самовозгорания угля [20,21] . Расстановка добычного, транспортного и вспомогательного оборудования не приводится.

Схема I. Отработка мощного пласта наклонными слоями в нисходящем порядке с отработкой слоев системой лава-этаж (рис.II), предусматривающая полевую подготовку пласта и вскрытие его с полевого штрека промежуточными квершлагами. Однако не исключаются и другие возможные варианты вскрытия пласта: наклонными квершлагами, гезенками, комбинированно и др. Промежуточные квершлаги (гезенки) служат для отработки всех слоев мощного пласта.

Слоевые конвейерные и вентиляционные штреки проводятся на участке между смежными промежуточными квершлагами и погашаются вслед за очистным забоем. При этом должна обеспечиваться полная, качественная посадка выработок и особенно конвейерных штреков. Слоевые вентиляционные штреки проводятся непосредственно на границе с обрушенными породами.

Выемка угля в очистных забоях может осуществляться очистными механизированными комплексами типа ОКП, ОКП70 КМ3. КМ130, узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью или с помощью буровзрывных работ.

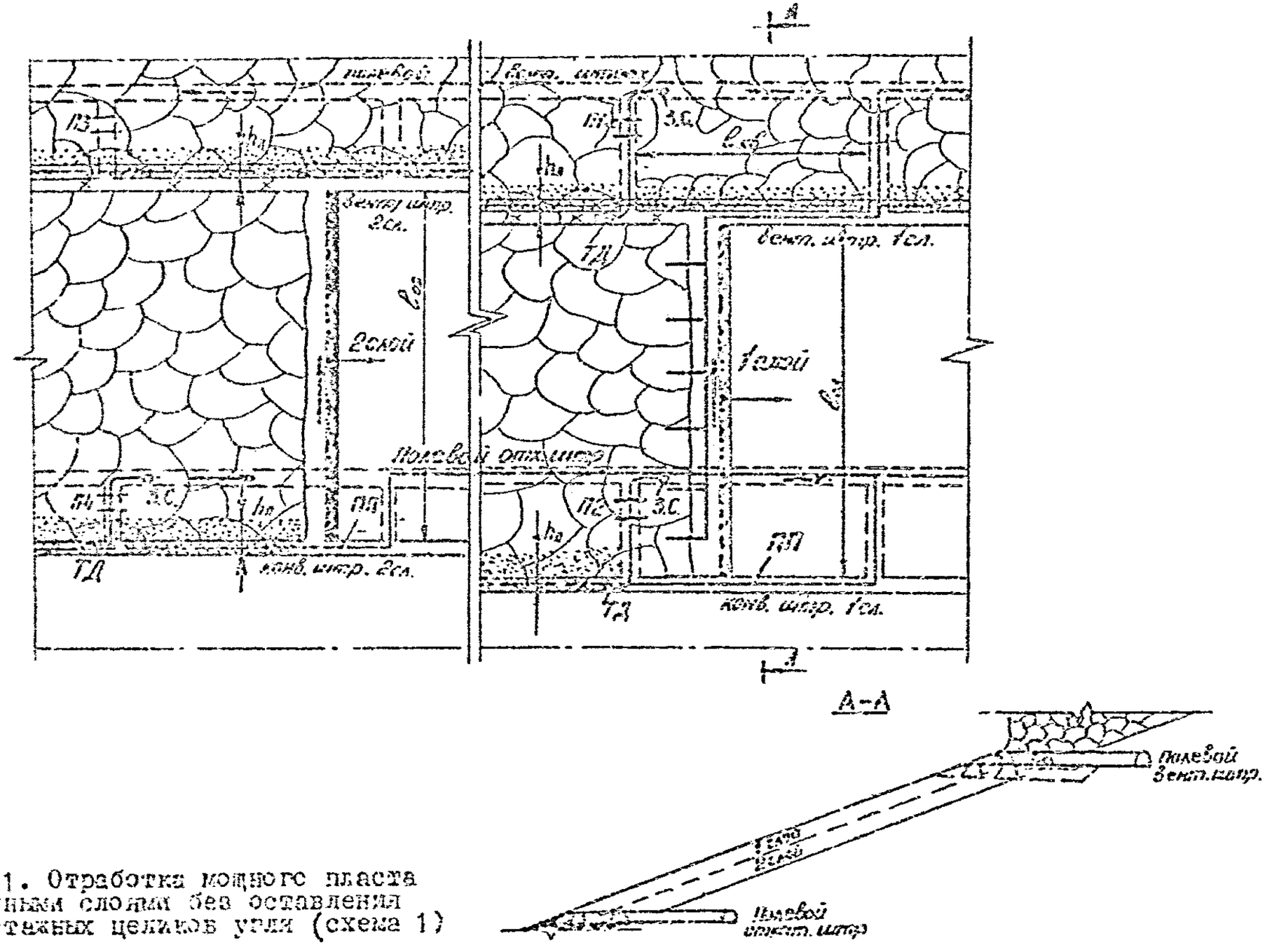


Рис. 11. Отработка мощного пласта наклонными слоями без оставления междуэтажных целиков угля (схема 1)

После прохода лавой очередного промежуточного квершлага последний должен быть изолирован от выработанного пространства путем установки двойных брусчатых изолирующих перемычек с заиливаем промежутка между ними.

Расстояние между изолирующими перемычками следует принимать не менее 8 м. Для контроля за температурным режимом выработанного пространства на слоевых штреках в районе промежуточных квершлагов устанавливаются термодатчики (ТД). Концы проводов термодатчиков выводятся на полевые штреки для подключения к замерной станции (З.С.) при периодических (не реже 2 раз в месяц) замерах. Замеры производятся работниками участка ВТБ.

При повышении температуры выработанного пространства следует произвести повторное заиливание промежутка между изолирующими перемычками. Чтобы исключить подсос воздуха в выработанное пространство при расположении выработок на границе с обрушением, необходимо провести контурное заиливание. С этой целью по конвейерному штреке располагается заиловочный пульпопровод (ПП), с помощью которого осуществляется создание заиловочной полосы шириной $l_п$ = 3-5 м.

Чтобы создать благоприятные условия для отработки нижнего слоя при отработке верхнего слоя, целесообразно провести площадное заиливание или смачивание хорошо размокающих пород непосредственной кровли. Это мероприятие также снижает возможность возникновения эндогенных пожаров в выработанном пространстве.

При отработке нижнего слоя промежуточные квершлаги и восст. навливаются.

Нижний слой отрабатывается без оставления межслоевой пачки под искусственной кровлей из слежавшихся обрушенных пород. Как и при отработке первого слоя, осуществляется контурное закладывание. Площадного закладывания нижнего слоя не производится.

Схема рекомендуется для следующих условий: мощность пласта $\geqslant$ 4,0 м; угол падения 10-35°; породы непосредственной кровли - легкообрушающиеся, склонные к слеживанию.

Вариант схемы, аналогичный рассматриваемому, может быть применен и для отработки пластов средней мощности системой лава-этаж при их полевой (групповой) подготовке.

Схема 2. Отработка мощного пласта наклонными слоями в нисходящем порядке с выемкой слоев длинными столбами по простиранию при полной полевой подготовке выемочного поля (рис.12) Мощный пласт подготавливается полевыми откаточными 1 и вентиляционным 2 штреками, полевым бремсбергом с ходком 3, полевыми промежуточными штреками 4. Вскрытие пласта с полевых промежуточных штреков осуществляется промежуточными квершлагами 7. В каждом слое проводятся слоевые вентиляционные 5 и конвейерные 6 штреки.

Отработка подэтажей производится в нисходящем порядке: сначала отрабатываются все слои в пределах верхнего подэтажа, затем - в пределах следующего и т.д. Основным достоинством данной схемы отработки по сравнению со схемой 1 является большой срок службы этажа за счет увеличения его производственных запасов. Недостатком схемы является значительный объем полевых выработок.

Выбор средств механизации выемки угля в очистном забое определяется горно-геологическими условиями.

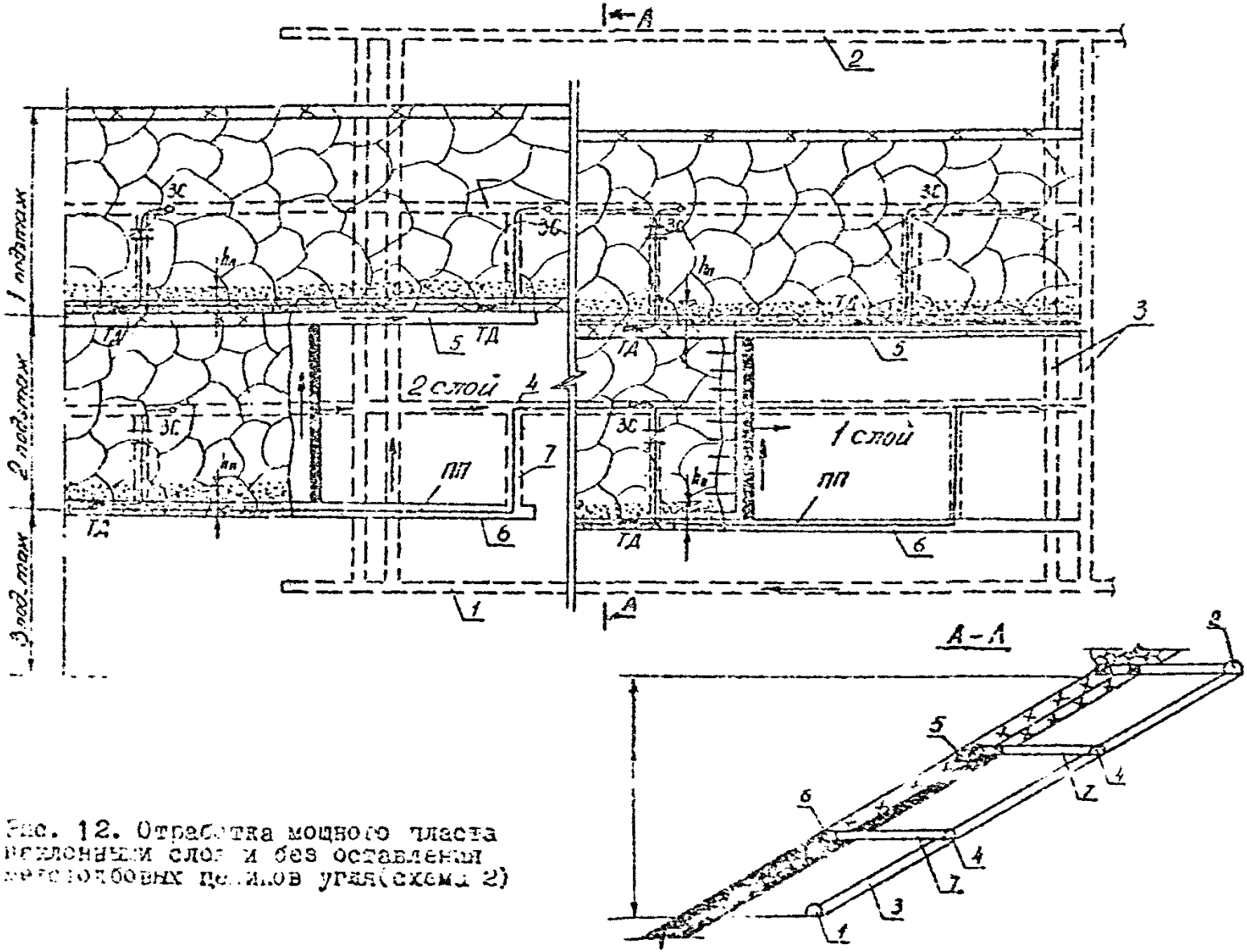


Рис. 12. Отработка мощного пласта наклонными слоями без оставления междуэтажных целиков угля (схема 2)

Меры по обеспечению противопожарной безопасности отработки каждого подэтажа аналогичны мерам, осуществляемым при отработке мощного пласта по схеме I. Условия применения данной схемы те же, что и для схемы I.

Схема 3. Отработка горизонтального пласта длинными столбами с выемкой через столб (в шахтном порядке) (рис.I3).

Выемочное поле разделяется на столбы, отрабатываемые в первую очередь (нарезанные в массиве угля) и столбы, отрабатываемые во вторую очередь среди обрушенных пород. Отработка как первых, так и пропущенных столбов производится в обратном порядке: от границы выемочного поля к панельным штрекам 3.

Выемочные штреки столбов, отрабатываемых в первую очередь, проводятся и поддерживаются в массиве угля и погашаются вслед за подвиганием очистного забоя. Поэтому затраты на их поддержание минимальны. При отработке этих столбов по конвейерному и вентиляционному штрекам прокладываются заиловочные пульпопроводы ПП, и на границе с массивом угля создается заиловочная полоса шириной $h_п$ = 3-5 м.

Для подготовки к выемке пропущенных столбов от панельных штреков проводятся вприсечку к выработанному пространству вентиляционный I и конвейерный 2 штреки.

Созданная в период отработки первых столбов заиловочная полоса предотвращает утечки воздуха в выработанное пространство и возможность возникновения эндогенных пожаров.

Для изоляции отработанных участков в конвейерном и вентиляционном штреках устанавливаются чурочные или брусчатые изолирующие перемычки. Для контроля за температурным режимом выработанного пространства в вентиляционном и конвейерном

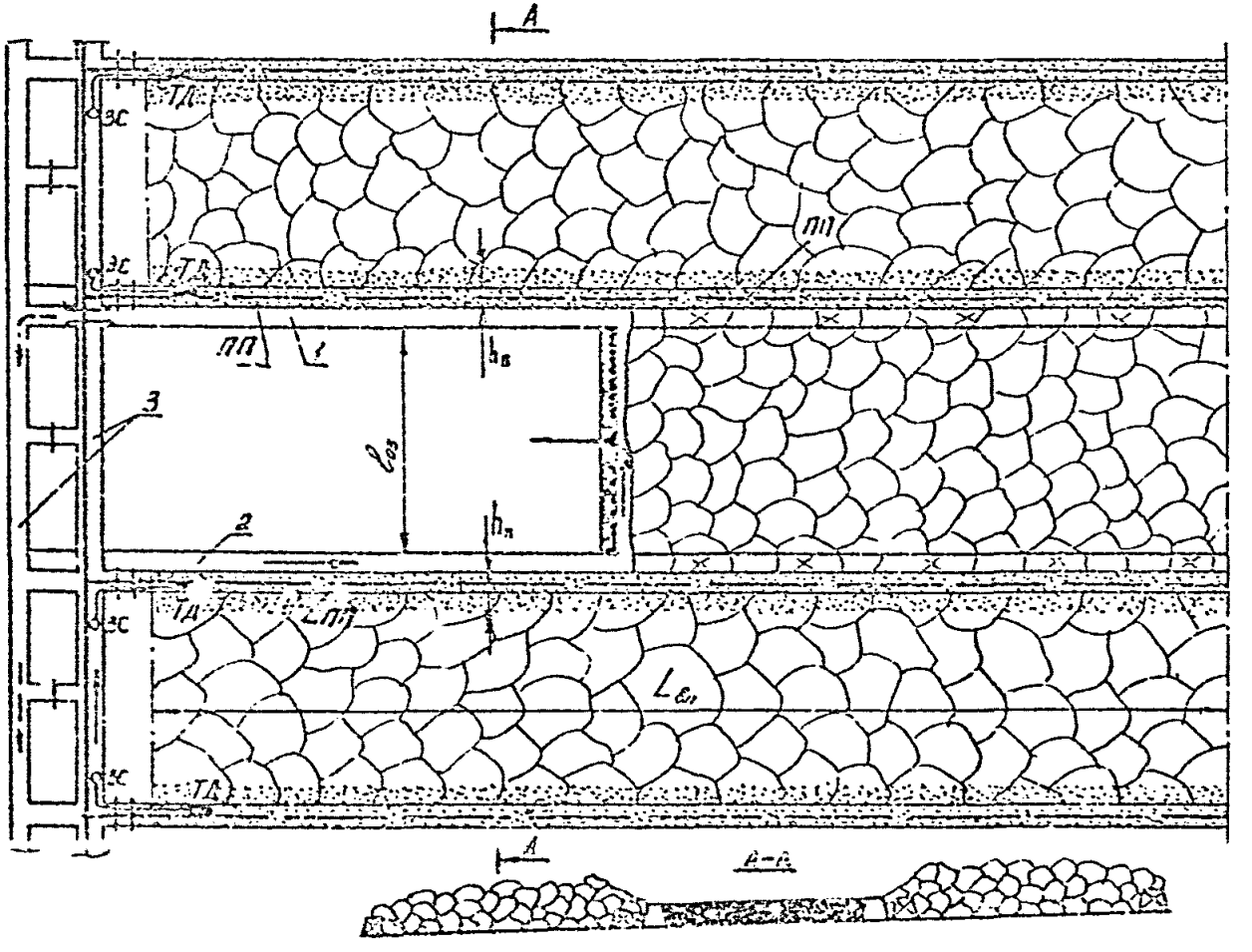


Рис.13. Отработка выемочных столбов в шахматном порядке без оставления межстолбовых целиков угля (схема 3)

штреках лав, отработанных в массиве угля, закладываются термодатчики ТД. Концы проводников от термодатчиков выводятся на панельный штрек для периодического подключения (не реже 2 раз в месяц) замерной аппаратуры на станциях (З.С.)

Аналогичная технологическая схема может быть применена для отработки пластов полого падения (до 18^0). Как при отработке горизонтальных, так и пологих пластов нежелательно, чтобы в кровле находились крепкие породные мосты, склонные к зависанию на больших площадях. Глубина разработки – до 200 м.

Схема 4. Отработка пластов длинными столбами по простиранию без оставления межстолбовых целиков угля (рис. I4, а)

Использование данной схемы целесообразно при индивидуальной пластовой подготовке пласта. Из-за отсутствия групповых (полевых) штреков вентиляционный штрек 2 очередного столба проводится вприсечку к выработанному пространству сразу на всю длину выемочного поля. Отработка столба производится от границы выемочного поля к участковому (панельному) бремсбергу I. По мере отработки пласта вентиляционный 2 и конвейерный 3 штреки погашаются. На границе с массивом угля в выработанном пространстве возводится закладочная полоса шириной $k_п$ = 3–5 м. После отработки каждого столба на конвейерном и вентиляционном штреках у бремсберга устанавливаются чурочные или брусчатые изолирующие перемычки, а в выработанном пространстве закладываются термодатчики для контроля температурного режима. Концы проводов термодатчиков выводятся на бремсберг.

Проведение вентиляционного штрека на границе с обрушенными породами возможно по истечению определенного времени.

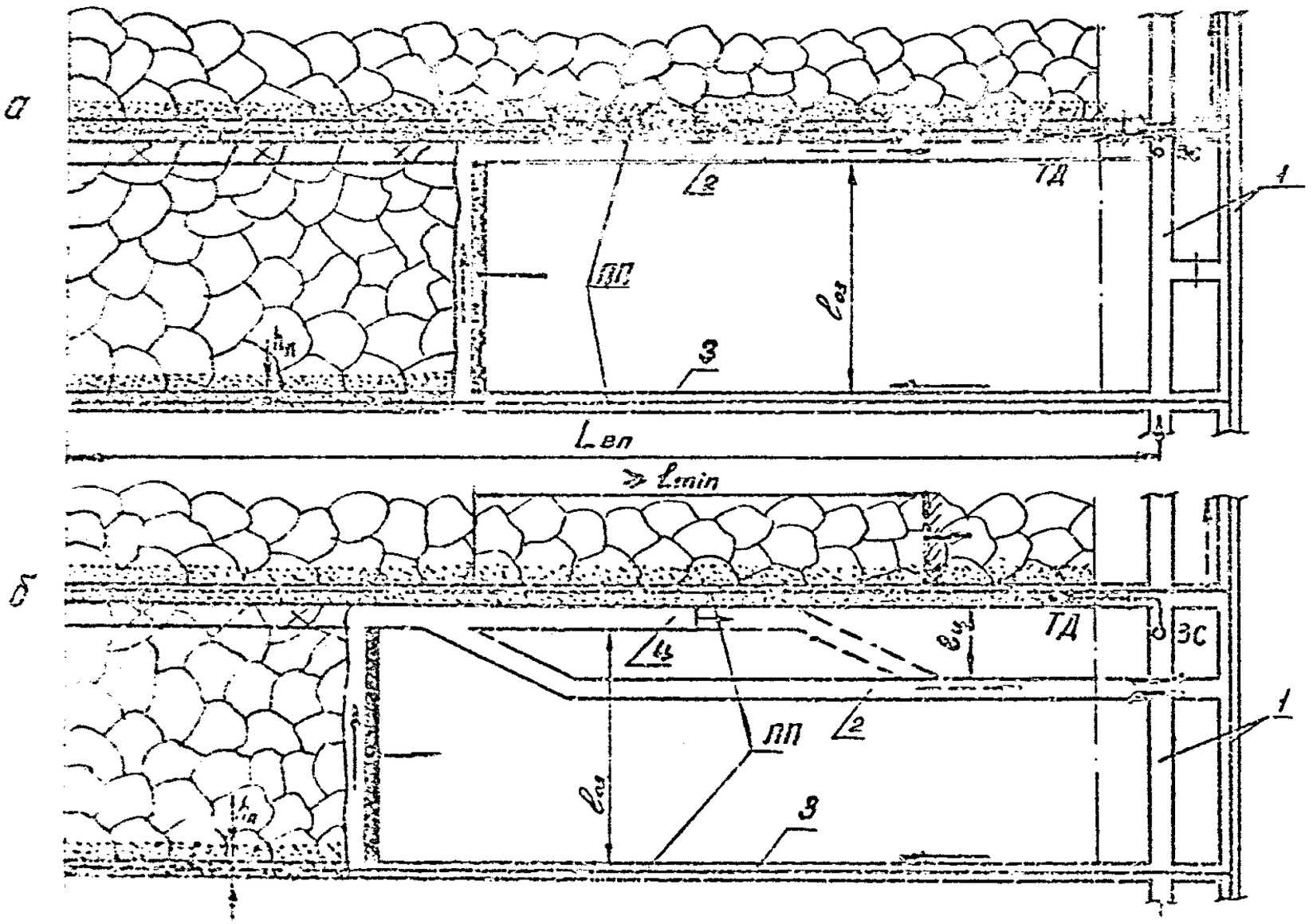


Рис. 14. Отработка пласта длинными столбами по простиранию без оставления межстолбовых целиков угля (схемы 4,5).

Поэтому применение данной схемы возможно при наличии широкого фронта очистных работ.

Схема 5. Отработка пластов длинными столбами по простиранию с погашением межстолбовых целиков угля (рис. I4,б).

Использование данной схемы, как и схемы 4, целесообразно при индивидуальной пластовой подготовке пласта. В отличии от схемы 4 подготовка очередного столба начинается в период работы соседнего. С целью сокращения затрат на поддержание вентиляционного штрека 2 размер целика принимается равным не менее ширины зоны остаточного опорного давления $b_4 \geqslant L_o$

Вентиляционный штрек выводится на границу с обрушенными породами за зоной активного влияния очистного забоя (l_{min}) и далее проводится вприсечку к выработанному пространству. Целик b_4 погашается лавой. Для проветривания верхней части лавы целик оконтуривается присечным вентиляционным штреком 4, который через 80–I50 м соединяется сбойками с вентиляционным штреком 2. Для более удобного перехода сбоек лавой их целесообразно располагать не по падению пласта, а диагонально.

Чтобы полностью исключить или уменьшить утечки воздуха в выработанное пространство из присечных выработок, необходимо, как и в ранее рассмотренных схемах, возводить забивочные полосы шириной $h_п$ = 3–5 м.

Сразу после отработки столба конвейерный и вентиляционный штреки перекрываются чурочными и брусчатыми изолирующими перемычками. Для контроля за температурным режимом выработанного пространства закладываются термодатчики на вентиляционном и конвейерном штреках в районе оконтуривающего целика.

Эффективное и безопасное применение описанных выше схем бесцеликовой технологии на пластах, склонных к самовозгоранию, возможно при строгом соблюдении противопожарных мероприятий и постоянном температурно-газовом контроле за начальными признаками самонагревания угля.

Контроль за изменением температуры выработанного пространства осуществляется с помощью термодатчиков с термосопротивлениями типа КМТ-4, наличие СО определяется газоанализаторами ГХ-4.

На отработку каждого выемочного участка (столба) по бесцеликовым схемам должен составляться, рассматриваться и утверждаться в установленном порядке проект.

4.4. Средства механизации и основные параметры технологии выемки угля

На основании опыта отработки угольных пластов на шахтах Средней Азии и основных направлений развития техники и технологии подземной угледобычи в стране в разных горно-геологических условиях рассматриваемых месторождений возможно применение следующих видов технологии выемки угля:

- узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью;
- узкозахватными комбайнами с механизированной крепью;
- буровзрывной с индивидуальной крепью.

Рекомендуется использовать отечественное отечественное высокопроизводительное оборудование, выпускаемое серийно, а также образцы оборудования, намеченные к серийному выпуску.

Экономико-математическое моделирование позволило установить, что наиболее экономическими и перспективными являются технологические схемы с бесцеликовой отработкой пластов и применением комплексов типа ОКП, ОКП70,20КП, 30КП (МК75, КМ130) Применение комплексов типа ОКП70 и КМ130 (20КП и 30КП) позволит сократить число вынимаемых слоев при отработке мощных пластов на Шурабском и Ангренском месторождениях.

При неблагоприятных горно-геологических условиях рекомендуется применять бесцеликовые технологические схемы с узкозахватными комбайнами типа КШ1КГ, 2К52М, КШ3М и ГШ68 с индивидуальными гидравлическими стойками типа ГСК и ГВГ. При сложных горно-геологических условиях (частых геологических нарушениях, повышенных элементах залегания и т.п.), а также при углах падения свыше 35^0 целесообразно использовать буровзрывную выемку угля с индивидуальной крепью.

Оптимальная длина выемочных полей при использовании очистных механизированных комплексов составляет 700-1000 м. При уменьшении длины выемочного поля экономическая эффективность отработки выемочных полей комплексами снижается из-за возрастания удельного веса затрат на монтажно-демонтажные работы. При длине выемочного поля по простиранию менее 300-400 м применение механизированных комплексов экономически нецелесообразно. В этом случае следует ориентироваться на применение узкозахватных комбайнов с индивидуальной крепью.

Для отработки пластов мощностью более 4,0-4,5 м кроме пластов шахты "Кок-Янгак", наиболее рациональна технология послойной выемки с созданием искусственной кровли без оставления межслоевой почки угля. На шахте "Кок-Янгак" из-за наличия

в кровле пластов труднообрушаемых пород, требующих длительного времени для их уплотнения, рекомендуется одновременно с выполнением работ по созданию искусственной кровли оставлять межслоевую пачку угля мощностью 0,3-0,4 м.

Основные параметры технологических схем отработки угольных пластов, рекомендуемые по результатам исследований, выполненных КНИУИ, Свердловским горным институтом, другими научно-исследовательскими институтами и на основании опыта работы шахт Средней Азии, приведены в табл.I2.

Особо сложные горно-геологические условия разработки угольных пластов на шахте "Кок-Янгак" приводят к необходимости ежегодного списания в потери больших запасов угля в различных целиках. Частично (до 50,0%) запасы угля в целиках у мест геологических нарушений на этой шахте могут быть отработаны заходками (камерами) обратным ходом с применением проходческих комбайнов 4ПУ, ПК3Р, ГПК или ПК9Р.

Основные параметры технологических схем отработки запасов угля в целиках около геологических нарушений на шахте "Кок-Янгак" приведены в табл.I3.

Таблица I3

Показатели	Рекомендуемые параметры для пластов	
	„У-VI"	"Мощный"
Длина выемочного столба, м	150,0	200,0
Ширина выемочного столба, м	17,0	26,0
Ширина целиков между выемочными столбами, м	5,0	7,0
Ширина заходки, м	4,0	4,0

Таблица I2

Показатели	Значения рекомендуемых параметров для месторождений				
	Кызыл-Кийское	Сулюктинское	Шурабское	Кок-Янгакское	Ташкумырское
Длина лавы при способах выемки угля, м:					
комплексами узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью	I00-I20	I00-I20	I00-I50	I00-I50	I00-I50
буровзрывной с индивидуальной крепью	I00-I20	I00-I20	I00-I20	I00-I20	-
Тип механизированного комплекса	80-I00	80-I00	I00-II0	I00-I20	-
	ОКП (МК75)	ОКП (МК75)	ОКП70 КМ130 (20КП 30КП)	ОКП70 (КМ130)	ОКП 20КП
Период стабилизации активных сдвижений пород, мес.:					
первые слои	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4
нижние слои	2-3	2-3	2-3	-	-
Время слеживания обрушенных пород для обеспечения эффективной отработки нижних слоев, мес.	4-6	4-6	4-6	I2-I4	-
Время слеживания обрушенных пород для обеспечения их воздухонепроницаемости, мес.	5-6	5-6	5-6	I4-20	5-6
Рекомендуемые минимальные разрывы во времени между отработкой, мес.; смежных столбов					
первых слоев	5-6	5-6	5-6	I4-20	5-6
нижних слоев	4-6	4-6	4-6	I2-I4	-

Параметры технологических схем отработки целиков установлены с учетом шага обрушения основной кровли и инкубационного периода самоиспарения угля [9].

5. ПРОФИЛАКТИКА ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ БЕЗ ОСТАВЛЕНИЯ МЕЖСЛОЕВЫХ И МЕЖДУЭТАЖНЫХ ЦЕЛИКОВ

5.1. Общие замечания

Основными причинами возникновения эндогенных пожаров являются большие потери угля и утечки воздуха через целики в выработанное пространство.

На шахтах буроугольных месторождений Средней Азии около 25-30% эндогенных пожаров на действующих участках возникает в первых слоях, остальные приходятся на нижние слои мощных пластов. Высокая пожароопасность при отработке нижних слоев объясняется возрастанием потерь угля от слоя к слою (увеличением потерь угля в недатрекованных целиках, накапливанием раздавленного угля межслоевых пачек и пр.) и сложностью изоляции отработанных участков на нижних слоях, особенно при пластовой подготовке.

Переход на бесцеликовую отработку мощных пластов является положительным с точки зрения пожарной безопасности, так как позволяет значительно сократить потери угля.

Однако бесцеликовая отработка мощных пластов не исключает полностью эксплуатационные потери угля. По-прежнему возможны потери угля в целиках около геологических нарушений, от неправильного ведения горных работ, в межслоевых пачках и т.п.

Поэтому вопросам профилактики эндогенных пожаров при бесцеликовой отработке пластов должно уделяться серьезное внимание.

5.2. Воздухопроницаемость массива, целиков угля и обрушенных пород

Утечки воздуха через выработанное пространство наблюдаются как при наличии надштрековых целиков различных размеров, так и без них. Утечки воздуха также имеют место и в выработках нижних слоев, расположенных в массиве угля.

Высокой воздухопроницаемостью обладают обрушенные породы не обработанные глинистой пульпой, целики угля размером 5-10 м [22]

Воздухопроницаемость краевой части целиков угля шириной 80-50 м и массива угля примерно одинаково. Высокой фильтрационной способностью обладает лишь кромка массива до глубины 1,0-1,5 м. На расстоянии 2,0-2,5 м от стенки выработки скорость падения давления резко снижается и практически стабилизируется.

Обрушенные породы, обработанные глинистой пульпой, а также склонные к разжижению породы, смоченные водой, обладают низкой фильтрационной способностью. На участках с качественной профилактической обработкой обрушенные породы имеют меньшую воздухопроницаемость, чем массив угля (рис. 15, а).

В зоне временного опорного давления впереди лавы воздухопроницаемость массива и целиков угля возрастает почти в два раза (рис.15, б), что объясняется их разуплотнением возникающими нагрузками, раскрытием имеющихся и образованием новых трещин. Воздухопроницаемост обрушенных пород, наоборот, снижается на 25-60% за счет их дальнейшего уплотнения. Аналогичную картину следует ожидать и позади очистного забоя в

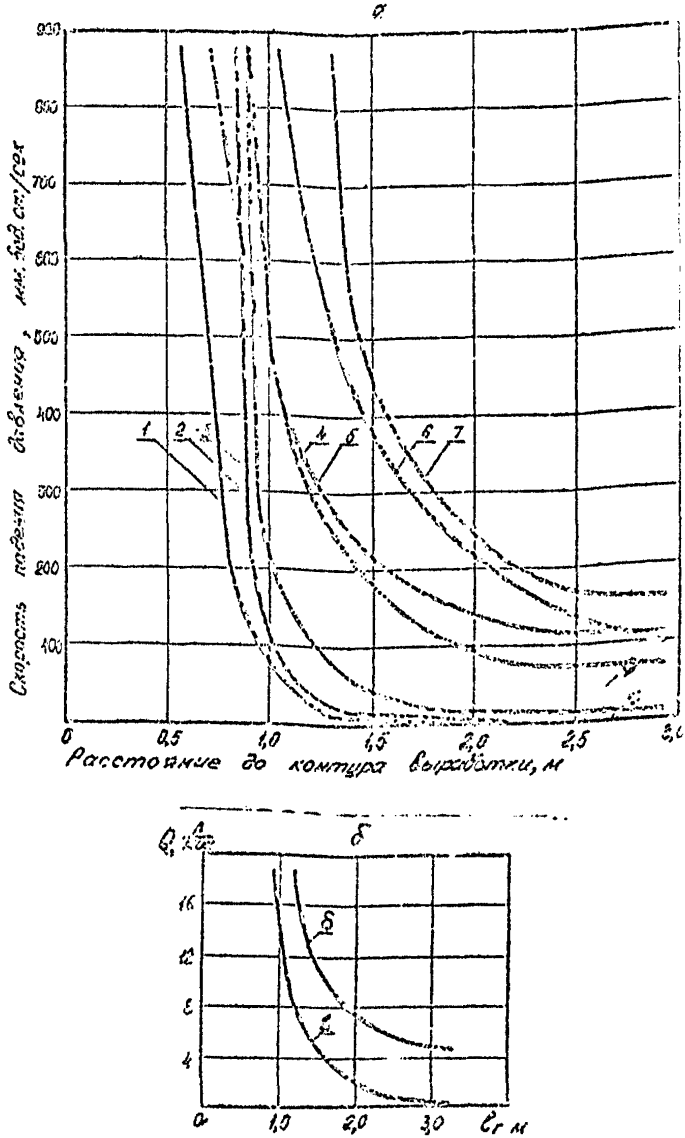


Рис.15. Изменение воздухопроницаемости угля и обрушенных пород в зависимости от расстояния до контура поперечного сечения выработки: 1,2 – обрушенные глинистые породы, 3 – массив угля, 4,7 – обрушенные песчаносодержащиеся породы, 5 – целик угля шириной 0 м, 6 – целик угля шириной 5 м, 8 – массив угля в зоне увеличенного опорного давления, 9 – массив угля вне зоны временного опорного давления

выработанном пространстве.

Из изложенного следует, что при качественной профилактической обработке контура выработок, располагаемых на границе с обрушенными породами, достигается воздухопроницаемость обрушенных пород меньшая, чем целиков угля.

5.3. Профилактика эндогенных пожаров

Профилактические мероприятия при расположении слоевых выработок на границе с обрушенными породами должны быть направлены на решение двух задач.

а) обеспечения профилактической обработки обрушенных пород за счет управляемого площадного заиливания с целью резкого сокращения расходов воздуха через выработанное пространство и исключения межслоевых течей угля;

б) создания воздухонепроницаемого пояса на контакте с присечной выработкой, при отсутствии площадного заиливания.

Первая задача в равной мере относится и к отработке мощных пластов при охране слоевых выработок целиками угля.

Наиболее пожароопасными местами на выемочных участках шахт месторождений Средней Азии является средняя часть лав и особенно сопряжения лав с конвейерными штреками. Здесь происходит неравномерное обрушение пород, что приводит к созданию каналов для движения воздуха вдоль погашаемых выработок. Ширина зоны интенсивного окисления угля как по падению, так и по простиранию от слоевых штреков колеблется в пределах 3-6 м.

Профилактическая обработка глинистой пульпой этой зоны на ширину l = 3-6 м создает воздухонепроницаемый пояс на

контакте с присечкой выработкой (рис.II-I4) и резко снижает возможность возникновения эндогенных пожаров. Такая профилактическая обработка (контурное заиливание) может осуществляться по схемам подачи глинистой пульпы (рис.Iб,а,б). Расстояние между разрывами трубопроводов не должно превышать 30-35 м.

Обеспечение надежной изоляции выработанного пространства от подсосов воздуха может быть обеспечено и путем создания специальных воздухонепроницаемых стенок между отрабатываемыми столбами по всей их длине. В практике известны воздухонепроницаемые стенки из изопены,пенопласта, латекса и др. Все они требуют больших трудовых и материальных затрат.

Наиболее простой воздухонепроницаемой стенкой является полиэтиленовая пленка. Стенка возводится в погашаемой выработке, вприсечку к которой проектируется проведение выработки смежного столба (рис. I7). Перед погашением в выработке по стойкам крепи I возводится отшив из досок 2, на который укрепляется полиэтиленовая пленка 3. Для придания устойчивости отшиву и предохранения стенки от разрушения по бокам ее пробивается органный ряд стоек 4.

Между стойками крепи и органным рядом подвешивается пульпопровод 5 для подачи глинистой пульпы. При погашении штрека обрушенная порода 6 задерживается органным рядом стоек и в образовавшуюся полость подается глинистая пульпа 7. Изолирующая стенка при проходке штрека вприсечку, как правило, не нарушается и температура за стенкой в период эксплуатации присечной выработки не превышает температуры вмещающих пород.

Площадное управляемое заиливание может осуществляться по следующим схемам подачи глинистой пульпы (рис.I6, в,г,д,е)

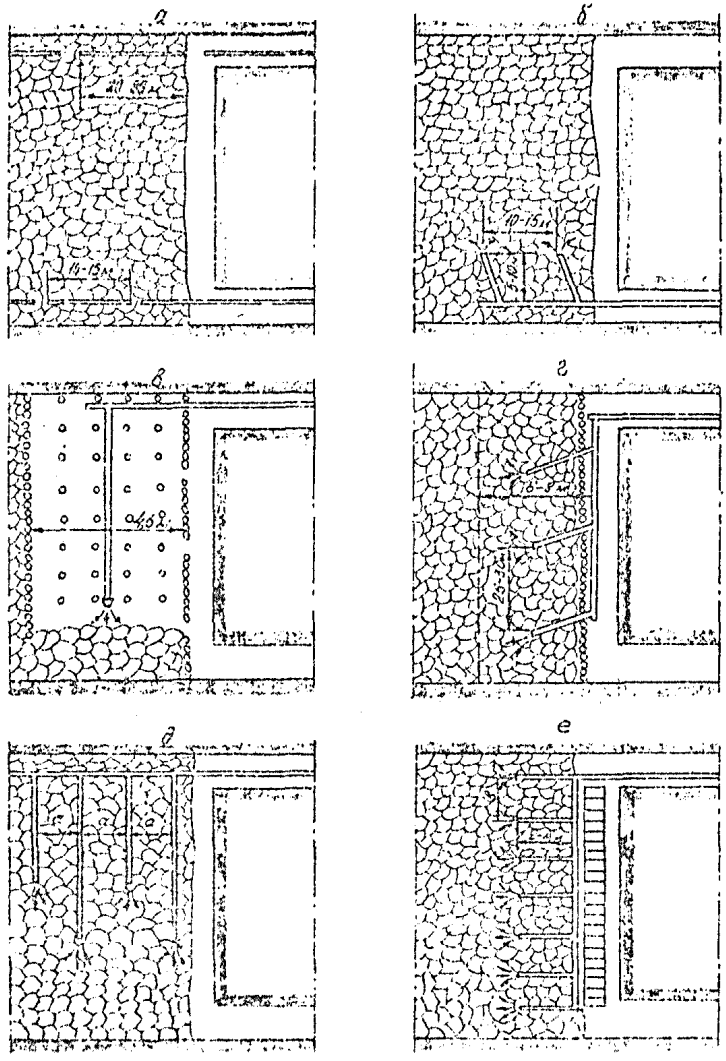


Рис.16. Схемы подачи взрывчатой пульпы при контурном (а,б) и площадном (в,г,д,е) заполнении выработанного пространства

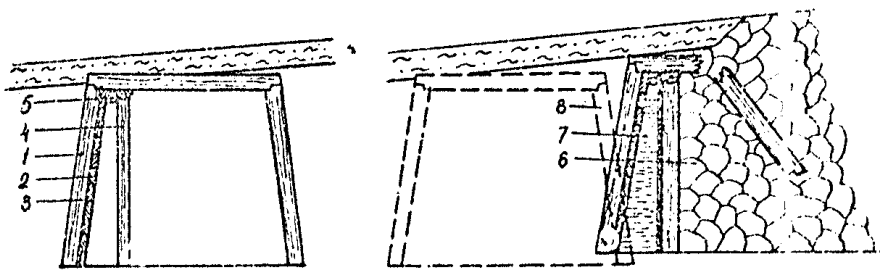


Рис. 17. Схема возведения изолирующей стенки для изоляции выработанного пространства от подсосов воздуха

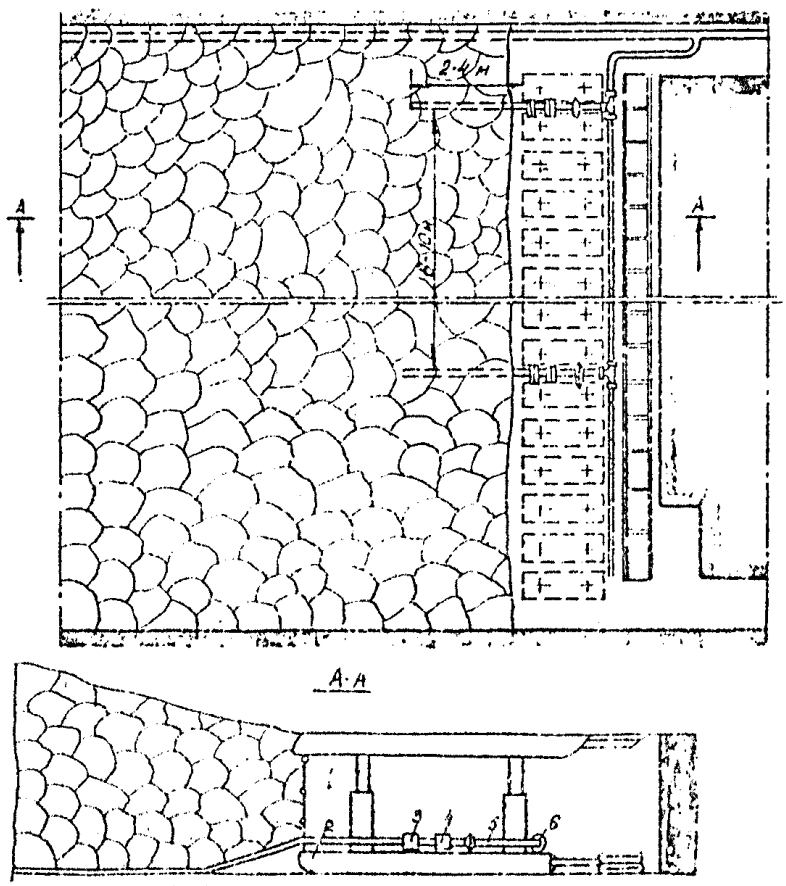


Рис. 18. Схема расположения передвижного пульпопровода в лаве с комплексом КМ-87Э

Схемы профилактического заиливания в,г,д довольно трудоемки. Схема д требует большого расхода труб. Указанные схемы могут применяться в лавах только с индивидуальными крепями.

Для практического применения рекомендуется передвижной пульпопровод, который может быть применен в очистных забоях как с индивидуальными, так и механизированными крепями. На рис.18 показана конструкция передвижного пульпопровода при отработке лавы механизированным комплексом КМ-87Э [13,23,24] Передвижной пульпопровод делится на секции, располагаемые по длине лавы через 8-10 м. Каждая секция состоит из передвигаемого става труб I длиной 2-4 м, приспособлений для крепления става 2 к направляющей балке секции крепи запорной арматуры и гибких высоконапорных рукавов 5 и 6, прокладываемых от вентиляционного штрека до секции передвижного пульпопровода. Передвигаемый став состоит из труб диаметром не менее 50 мм.

Пульпу необходимо подавать в выработанное пространство небольшими объемами по 6-7 $м^3/ч$ и при давлении в магистрали 303-505 КПа. Повторная подача пульпы возможна через 30-40 мин и после передвижки комплекса. При таких условиях пульпа и вода успевают распространиться в обрушенных породах, не вызывая осложнений в забое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бесцеликовая отработка мощных пологих и наклонных пластов. Корнилков В.Н., Вандышев А.М., Таскаев В.В. и др.-М.: Недра, 1978, 171 с.

2. Таскаев В.В., Корнилков В.Н., Вандышев А.М. Совершенствование подземной разработки мощных буроугольных пластов месторождений Средней Азии.-Ташкент: Фан, 1976.- 104 с.

3 Исследование параметров выемочных полей на шахтах комбината "Средазуголь". (Отчет).Тема 33-201-70. Свердловск, фонды СГИ, 1971. - 114 с.

4. Исследование возможности отработки мощных буроугольных пластов без оставления надштрековых целиков на шахтах комбината "Средазуголь". (Отчет) Тема 33-201-72. Свердловск, фонды СГИ, 1973. - 115 с.

5. Исследование технологических схем отработки при разработке мощных пластов и области их рационального применения. (Отчет).Тема 33-201-74. Свердловск, фонды СГИ, 1975.- 140 с.

6. Исследования возможности бесцеликовой отработки угольных пластов Кок-Янгакского и Ташкумырского месторождений Средней Азии. (Отчет) Тема 33-201-76. Свердловск, фонды СГИ, 1979.- 55 с.

7. Тюлькин В.П. Исследование и оптимизация технологических схем отработки мощных пластов пологого и наклонного падения буроугольных месторождений Средней Азии. - Дис...канд.техн. наук. Свердловск, 1977.- 255 с.

8. Разработать варианты технологии выемки пластов с углами падения до 35° существующими механизированными комплексами в условиях Сулюктинского и Кызыл-Кийского месторождений. (Отчет).Тема 1848400000-028, КНИУИ, Караганда, 1979.- 55 с.

9. Разработать технологию выемочных угольных целиков и выемочных участков сложной конфигурации. (Отчет).Тема 1848380000-028, КНИУИ, Караганда, 1979.- 68 с.

I0. Технологические схемы подготовительных работ для условий шахт Средней Азии.–Караганда: КНИУИ, I978.– 70 с.

II. Инструкция по применению типовых схем крепления и управления кровлей в очистных забоях Средней Азии.–Караганда: КНИУИ, I977.– 58 с.

I2. Стоикус В.А., Соседенко М.И., Сухих В.М. Разработка мощных пологих и наклонных пластов без межслоевых пачек и междустолбовых целиков угля.–Уголь, I974, № 6,30-35 с.

I3. Технологические схемы очистных работ для сложных горно-геологических условий месторождений Средней Азии.– Караганда: КНИУИ, I977.– 54 с.

I4. Гапанович Л.Н. Исследование проявлений горного давления для рационального проведения выработок вприсечку к выработанному пространству.–Уголь, I975, № II,II-I5 с.

I5. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР.–Ленинград: (МУП СССР, ВНИМИ), I977, I75 с.

I6.Корнилков В.Е., Грищенко Г.Т., Ситников Н.Н. Обоснование порядка подготовки выемочных столбов при бесцеликовой отработке мощных пластов наклонными слоями.–Известия ВУЗОв, Горный журнал, I976, № 2, 77-8I с.

I7. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. Части I и II.–М.: Недра, I979, 333-327 с.

I8. Комиссаров М.А., Андриенко В.М., Фролов Э.К. Параметры охраны горных выработок разгрузкой вмещающего массива скважины по углю.–В сб.: "Вопросы управления кров.ей,охраны и применения горных выработок".–Донецк: ДонУГИ, I969, № 48, с.I05-II2.

I9. Потухов И.И., Кузнецов В.П., Сидоров В.О. Расчет разгружающего действия скважины.–М.:Недра. Безопасность труда в промышленности, I976, № 4, 2I-24 с.

20. Сборник инструкций и других нормативных документов по технике безопасности для угольной промышленности.-М.: Недра, 1978,- 744 с.

21. Инструкция по предупреждению и тушению эндогенных пожаров на шахтах производственного объединения "Средазуголь".- Кемерово: ВостНИИ, 1977.- 44 с.

22. Корчилков В.Н., Ванчишев А.М., Тилькин В.П. Оценка воздухопроницаемости целиков угля и обрушенных пород. - В сб.: ЦНИЭИуголь, "Техника безопасности и горноспасательное дело", 1973, № II, 14-15 с.

23. Чернов И.Е., Соллогуб В.П., Просвирин О.Г. Выемка нижних слоев мощных пологих пластов с искусственным уплотнением обрушенных пород. - Уголь, 1976, № 4, 31-36 с.

24. Рекомендации по применению передвижных пульпопроводов при слоевой разработке мощных пологих пластов комплексами на шахтах Челябинского бассейна. - Челябинск: КИИОГР, 1977, - 13 с.

" Методические указания..." разработаны кандидатами технических наук В.Н.Корнилковым, А.М.Вандышевым, В.П.Тюлькиным, инженером В.А.Прутяниным (Свердловский горный институт); кандидатами технических наук Н.Н.Хординым, И.А.Испаевым, В.К.Нугаевым, инженером Э.А.Гефенидером (КНИУИ); инженерами И.М.Ивановым, И.Д.Плетневым (ПО "Средазуголь") под научным руководством профессора, доктора технических наук М.М.Мукушева, кандидатов технических наук В.Н.Корнилкова и А.И.Лелеко.

Редактор С.С.Бененицкая

УД 04693 Подписано в печать 19.05.81
Заказ № 867 Тираж 100 экз.
Ротапринт КНИУИ

gost.e-ecolog.ru