

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР  
СРЕДНЕАЗИАТСКОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ДОБЫЧЕ УГЛЯ  
"СРЕДАЗУГОЛЬ"

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТИНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ  
УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (ИНУИ)

СВЕРДЛОВСКИЙ Ордена Трудового Красного Знамени ГОРНЫЙ  
ИНСТИТУТ ИВАНОВА 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 объеди-  
нения по добыче угля  
"Средазуголь"  
тов. Ивановым Л.М.  
27 октября 1980

**ИСТОРИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.**

по основным вопросам разработки угольных  
месторождений Средней Азии

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ . . . . .	4
1. КРАТКАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТО- РОЖДЕНИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ . . . . .	6
2. ОХРАНА ВЫРАБОТОК . . . . .	11
2.1. Охрана выработок целиками угля . . . . .	13
2.2. Охрана выработок без целиков . . . . .	15
2.3. Креп. выработок, расположенных на границе с обру- шенными породами . . . . .	18
3. СМЕЩЕНИЕ ПОРОД КОНТУРА ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВЫРА- БОТОК, МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК . . . . .	23
3.1. Расчет ожидаемых смещений пород контуре попереч- ного сечения выработок и давления на крепь . . . . .	23
3.2. Мероприятия по повышению устойчивости выработок . . . . .	32
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ИХ ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ . . . . .	35
4.1. Общие замечания . . . . .	35
4.2. Порядок подготовки и отработки вмесочных 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 тех- нологии вмески угля . . . . .	52
5. ПРОФИЛАКТИКА ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МОД- НЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ БЕЗ ОСТАВЛЕНИЯ МЕЖСТОЛЬБОВЫХ И МЕЖДУЭТАЖНЫХ ЦЕЛИКОВ . . . . .	56
5.1. 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.Вахрушова, 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 стратки 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 (ИЛ.УИ), 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. " об 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 ( геологическим 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-техническим 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 водо-

товых (слоевых) штреков;

- выбора вида крепи для присечных выработок;
- определения ожидаемых смещений контура поперечного сочеления выработок;
- особенностей подготовки, порядка отработки угольных пластов при бесцеликовых способах охраны выработок;
- мер по обеспечению противопожарной безопасности при бесцеликовой отработке угольных пластов.

## 1. КРАТКАЯ ГОРИО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Основная доля добычи угля подземным способом в Средней Азии приходится на Шуробское, Суляктинское, Кызыл-Кийское, Кок-Янтакское и Ташкумирские месторождения, сосредоточенные в Ферганской долине.

По возрасту угольные месторождения Средней Азии относятся главным образом к нижней и средней юре. Мощность угольной толщи изменяется от 200-300 до 800-1500 м. Сложена она преимущественно разномеристыми песчаниками, известняками, конгломератами, глинистыми породами и углем. Примеры литологического строения разрабатываемых пластов и выходящих их пород приведены на рис. 1.

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. Характеристики разрабатываемых пластов приведены в табл. 1.

Угли Кызыл-Кийского, Шуробского и Суляктинского месторождений относятся к бурым; Кок-Янтакского и Ташкумирского — в основном к каменным.

Угольная пыль всех пластов взрывоопасна.

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

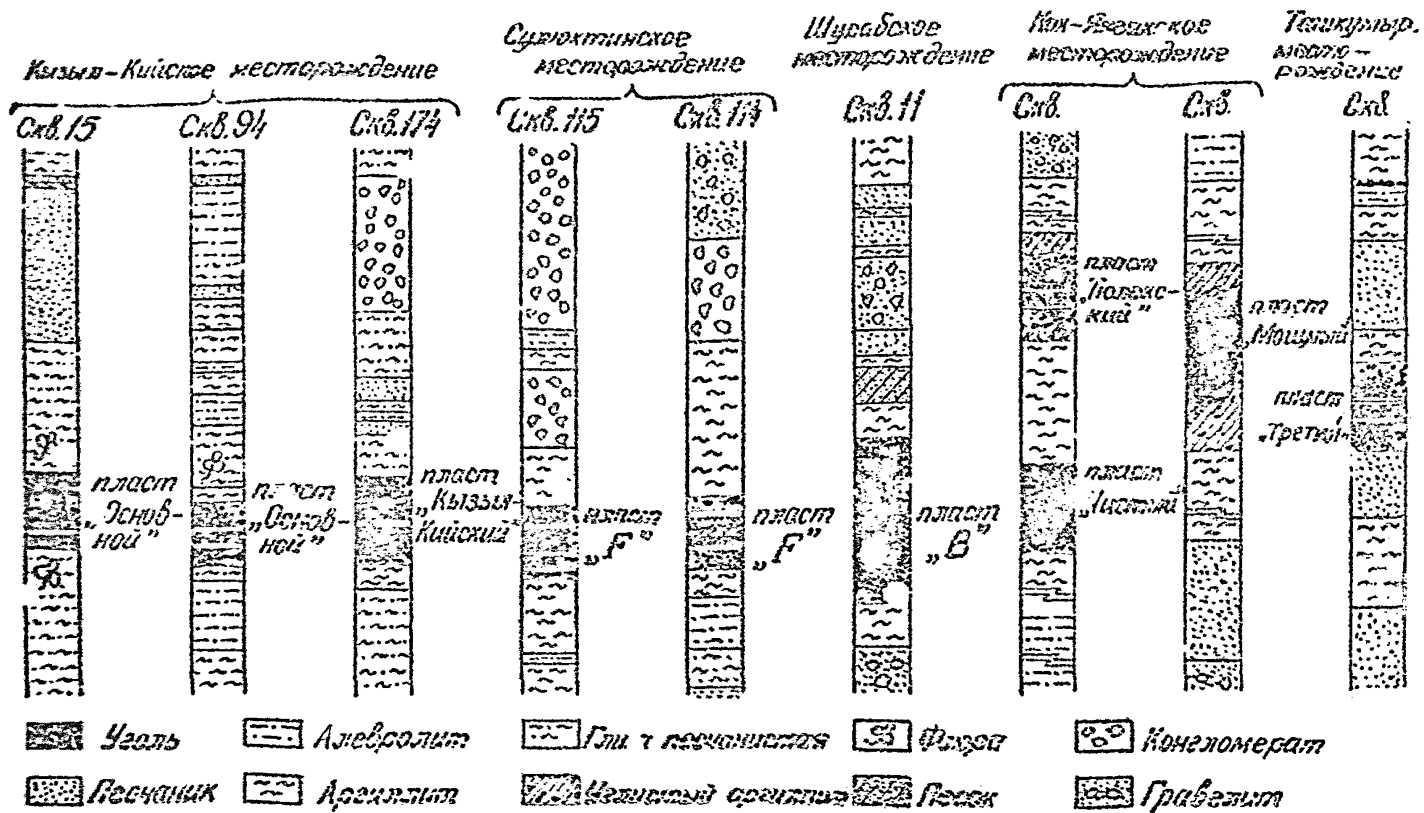


Рис. 1. Литологические колонки пород угленосной толщи месторождений Южно-Ферганского района

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

Таблица I

Месторождение	Плост	Мощность, м	Пр. из-дающей пластов, м	Угол падения, град.	Внешние породы и их мощность, м	
					кровля	почва
Кзыл-Кийское	Основной	I, 2-10,5	4,5-5,2	0-50	Серые глины 0,5-2,0; аргиллиты, песчаники	Аргиллиты, глина, 1-10
Суюлтинское	F	0,7-11,0	5,0-5,6	20-30	Аргиллиты, 1,5-6,0; конгломераты	Аргиллиты, 2-3
Шуробское	B	10-15	10-15	15-40	Глины (слабообводненные) 0,5-3,0	0,5-10,0
Ташкумирское	Нудевой	0,3-8,0	2,5-3,2	0-5	Аргиллиты, алевролиты	Аргиллиты
Кок-Низак	Новый (мощный)	0,7-8,0	2,6-3,2	10-20	Аргиллиты, 1,5; алевролит 6-8; конгломерат	Аргиллиты, глистые глины, 2-6;
	Чистый (У1)	0,7-2,9	2,0-2,5	10-20	Глинистые сланцы 2-5	Аргиллиты, 10-14
	Телекский (У)	1,5-6,5	2,5-3,5	10-20	Аргиллиты, 0,5-2,7; аргиллиты, 5,0-7,	Аргиллиты

Угли, особенно буроголивых месторождений, характеризуются высокой химической активностью (табл. 4). Поэтому вопросы профилактики эндогенных пожаров должны уделять особое внимание.



Таблица 2

Месторождение, бассейны	Константа скорости сорбции кислорода углей при $t = 25$ град. С, мл/г.ч.
Кзыл-Кийское	0,120 - 0,152
Суляктинское	0,100 - 0,130
Кок-Ангакское	0,060 - 0,110
Тайкумирское	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 сдавливанию штамп-плат площадью $10 \text{ м}^2$ $\sigma_{сд}, \text{ МПа}$	Прочность на растяжение пород непосредственной кровли, $\sigma_{см}, \text{ МПа}$	Допустимая площадь обна-женей, $\text{м}^2$	Прочность на одноосное сжатие пород непосредствен-ной кровли, $\sigma_{см}, \text{ МПа}$
им. Ленинско-го Комсомо-ла	Основ-ной	15,0-30,0	$< 1,3$	$< 10$	7,0-13,0
№ 8 им. Ленина	"В"	12,0-30,0	$< 1,3$	$< 10$	7,0-12,0
№ 6/18, № 2/4	"F" "F"	10,0-25,0	$< 1,3$	10-22	8,0-15,0
"Северная"	Ш	20,0-45,0	1,3-2,2	10-22	10,0-16,0
"Кок-Аягак"	Новый (мощный)	15,0-35,0	1,3-2,2	10-22	13,0-16,0
	Телекс-кий (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:

$$\frac{\gamma H}{\sigma_{сж}} - \text{для пород кровли и} \quad \frac{\gamma' H}{\sigma_{сг}} - \text{для пород почвы,}$$

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

$\sigma_{сг}$  - сопротивление пород сдавливанию штампа площадью 10 см<sup>2</sup>, МПа ;

$\gamma$  - плотность породы, т/м<sup>3</sup>;

$H$  - 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,	Почва,
	$\frac{\gamma H}{\sigma_{сж}}$	$\frac{\gamma' H}{\sigma_{сг}}$
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 крепи и пород в подготовительных выработках, проводящихся и поддерживаемых в зоне влияния очистных работ, определяется проявлениями горного давления в этой зоне.

В условиях месторождений Средней Азии влияние временно-го 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 продолжительными (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

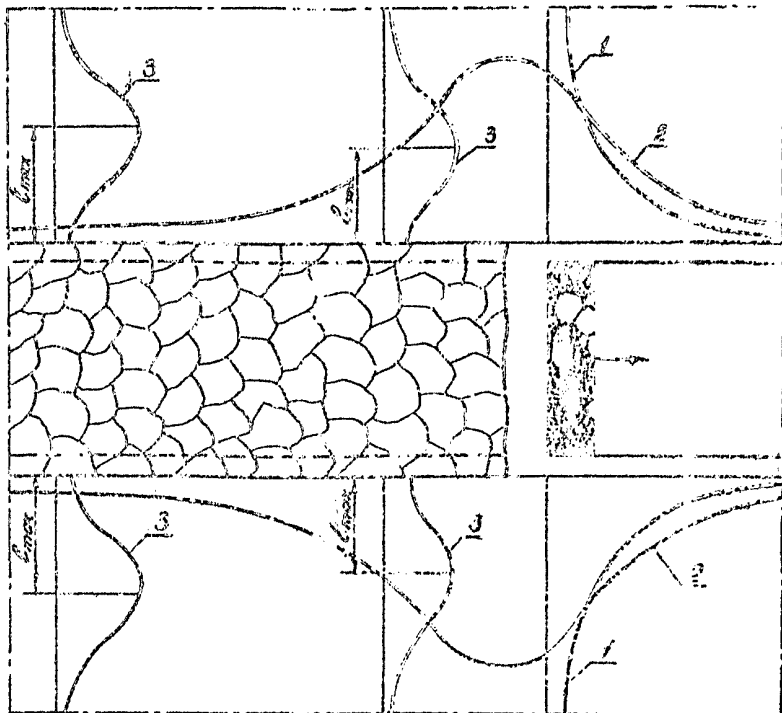


Рис. 2. Схема распространения зон провала горизонтального давления в окрестности очистной выработки:

- 1, 2 - зона временного опорного давления поглати очистного забоя и по бокам;
- 3 - зона остаточного опорного давления позади очистного забоя.

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

Результаты исследований [I-13], выполненных на шахтах Средней Азии, позволяют рекомендовать два способа охраны плес-товых 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.

## 2.1. Охрана выработок целиками угля

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

- 1) наличием тектонических нарушений в пределах выскочного поля;
- 2) обводненностью выработочного пространства;
- 3) значительным (более  $35-40^\circ$ ) углом падения пласта;
- 4) отсутствием возможности проведения профилактического заклинивания (Ташкумирское месторождение);
- 5) трудностью изменения плана развития горных работ на существующих горизонтах шахт с целью обеспечения необходимых разрывов во времени между обработкой смежных столбов;
- 6) неравномерностью кровной части пласта выработками.

Минимальная ширина целика  $B_{ц}$ , обеспечивающего удовлетворительное состояние выработок определяется по формуле

$$b_{из} = 0,5 l_0,$$

где  $l_0$  - 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	$l_{max} = (0,37 + 0,0024t^{0,5}) \cdot \frac{H \cos \alpha f_n^{0,45}}{e^{0,87\gamma}}$
нижние слои мощных пластов	$l_{max} = 0,056 \frac{H \cos \alpha f_n^{0,45}}{e^{0,87\gamma}}$
Ширина зоны остаточного опорного давления, $l_0$ м:	
пласты средней мощности и первые слои мощных пластов	$l_0 = 3,0 l_{max}$
нижние слои мощных пластов	$l_0^H = 2,8 l_{max}^H$
Ширина зоны пониженных напряжений, $l_n$ м:	
пласты средней мощности и первые слои мощных пластов	$l_n = 0,34 l_{max}$
нижние слои мощных пластов	$l_n = 0,34 l_{max}^H$

В формулах табл. 5 приняты следующие обозначения:

- $t$  - время формирования зоны остаточного опорного давления, мес.;
- $H$  - глубина расположения выработки, м;
- $\alpha$  - угол падения пласта, град.;
- $f_n$  - средневзвешенный коэффициент крепости пород кро. ли. пласта по М.А. Протодяконову на высоту области зонных нормальных сдвижений;

$l_{0.3}$  — длина очистного забоя, м;

$k_0$  — коэффициент крепости угля по М.М.Простодьякову.

При необходимости полного исключения влияния очистных работ на производительные выработки ширины целика следует принимать

$$b_{ц} \geq l_{0.3}$$

При отработке мощных пластов наклонными слоями важным фактором обеспечения устойчивости слоевых выработок является их взаимное расположение. Слойные штреки могут располагаться параллельно, (рис.3), поочередно 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 длины очистных забоев. Этот недостаток устраняется при поочередном расположении слоевых выработок. Однако расположение выработок нижних слоев под целиками угля рудчатележащих слоев резко ухудшает их состояние, увеличивает затраты на поддержание выработок в 1,5-3 раза. Комбинированному расположению слоевых выработок свойственны достоинства и недостатки основных выше способов.

## 2.2. Охрана выработок без целиков

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

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

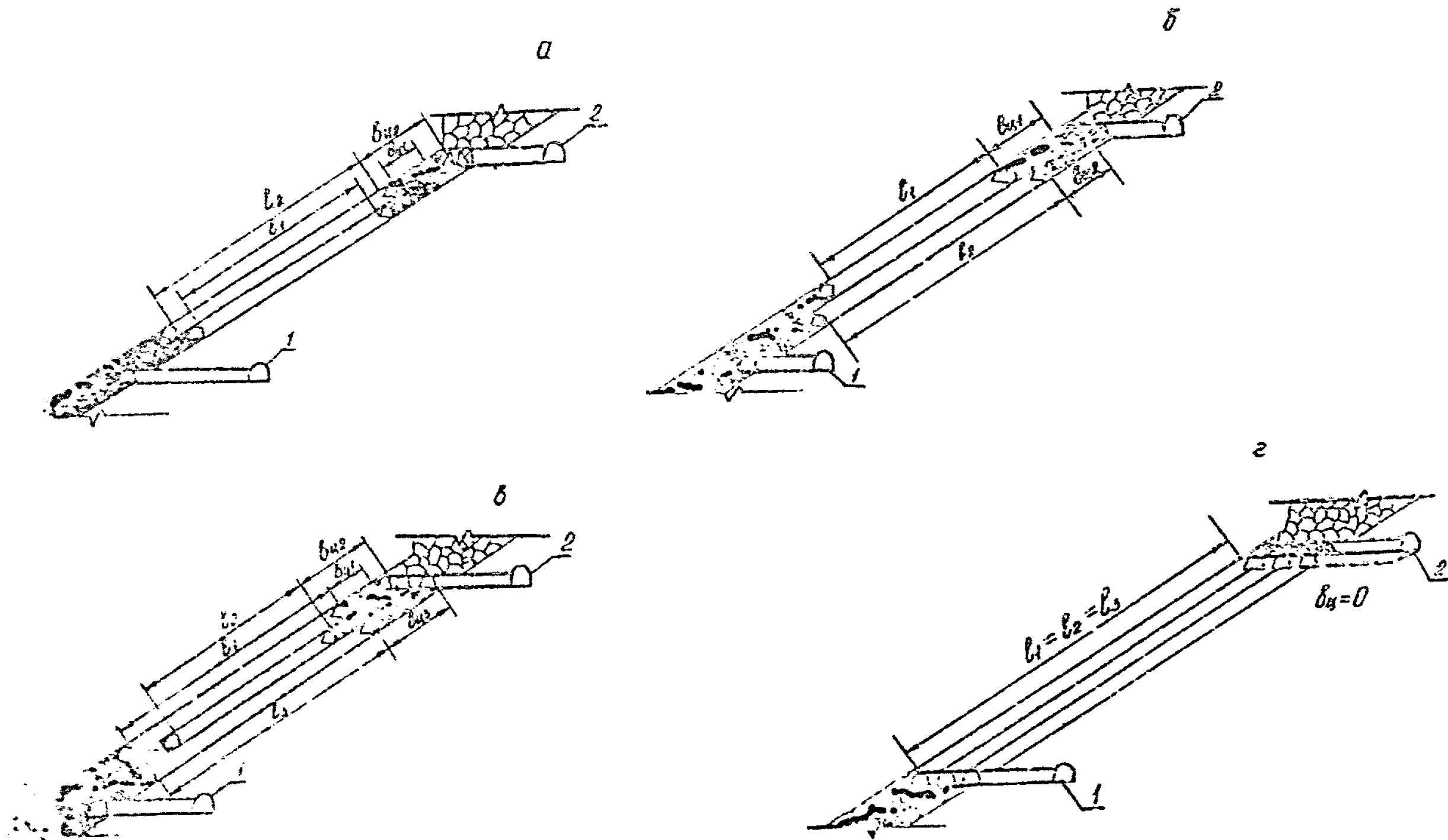


Рис. 7. Форма распределения вероятностей относительно действующих частиц в реакторе



ние подготовительных выработок не улучшается. Наиболее перспективны 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  $35-40^\circ$  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 огородительных 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 крепи в вышележащих выработках;
- б) при отработке мощных пластов с наклонными склони слобвенно

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

в) обеспечивать минимально-необходимые резервы 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 горизонтального 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 слои	нижние слои	первые слои	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 непрямой боковой податливости. Однако конструкции таких крепей пока изобретены на этапе разработки.

На шахтах Советского Союза для крепления выработок, при-

водимых эприсетку к выработаниому пространству, применяются обычные виды крепи: деревянная, металлическая (арочная, трипещевидная) без дополнительного усиления или усилением стойками, подхватыва.

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

Эффективным мерспрягнем 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 обгрызания 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 обрушающимися породами, приведены в табл. 8.

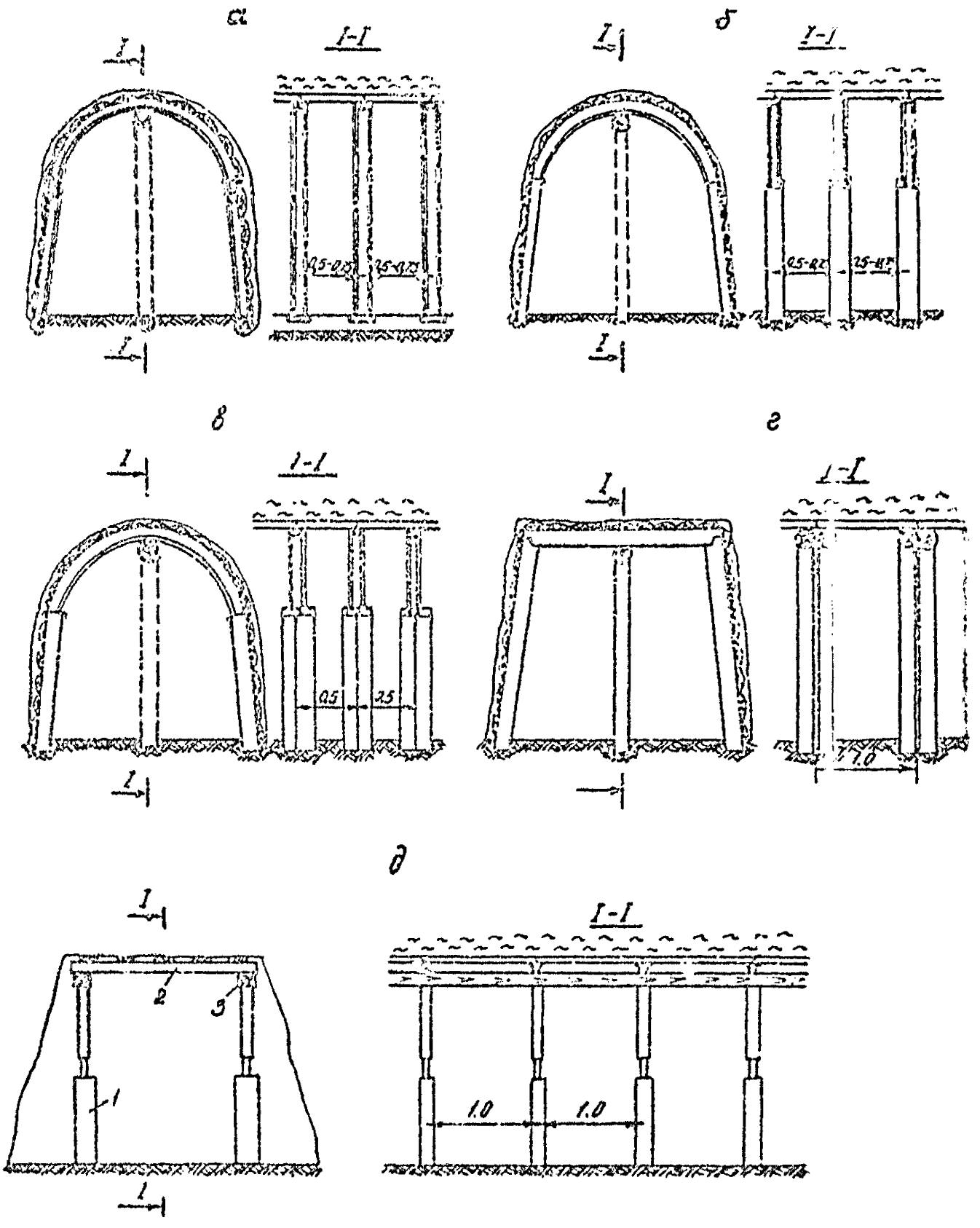


Рис. 1. 6. - варианты конструкции

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 крепельные рамы, 2 рамы/м (рис. 4а)	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 крепельные рамы, 2 рамы/м (рис. 4а)	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. 4б)	то же
	Металлическая арочная податливая крепь, 1,5 рамы/м (рис. 4в)	то же
Тяжелые	Дерево, неполные крепельные рамы, 4 рамы/м (рис. 4г)	Разрывка выщепящего породного массива скрежинами. Установка временной крепи (рис. 4д) из металлических верхняков и гидравлических стоек на расстоянии до 40-50 м от рудничного забоя.

I	1	2	1	3
			Ряд подхватов на леменах при установке постоянной крени. Запас сечения по высоте не менее 600 мм; по ширине не менее 200 мм	
	Комбинированная, 2 рамы/м 4 стойки и один верхний, (рис. 4, в)			то же
	Металлическая арочная подвешивающая 1,5 рамы/м (рис. 4, в)			то же

### 3. СМЕЩЕНИЯ ПОРОД КОНТУРА ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВЫРАБОТОК. МИРОШРИЯГИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК

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

Параметры крепи взрывчатых штреков следует определять исходя из расчета ожидаемых смещений за весь период их службы. Существенное влияние на величину смещений при прочих равных условиях оказывает 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 для 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:

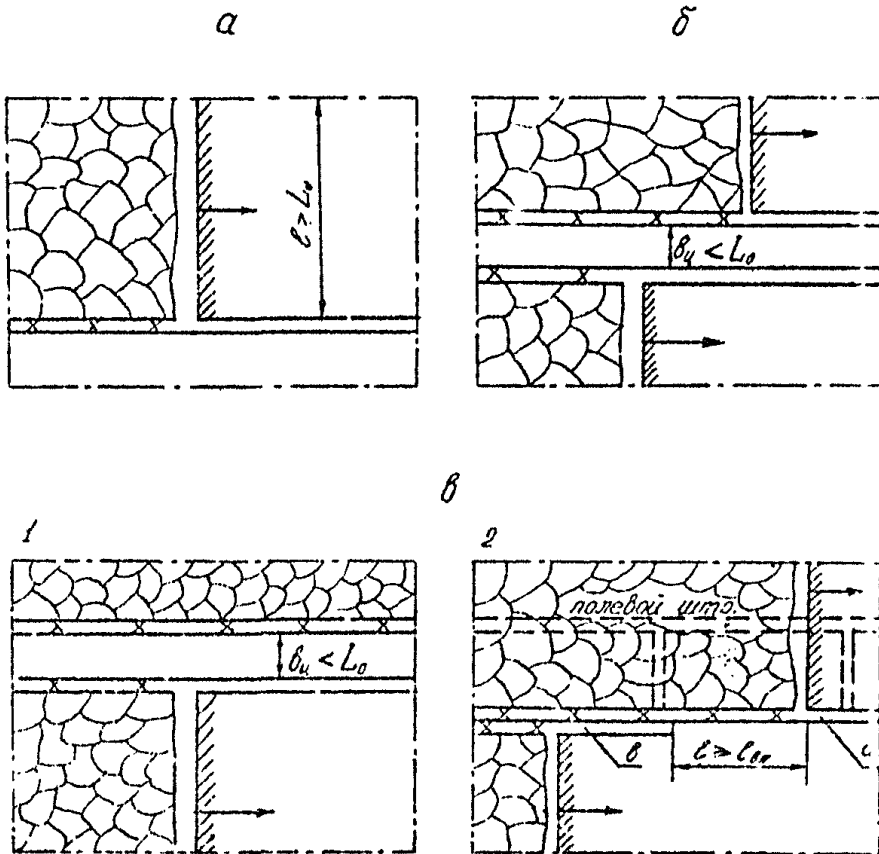


Рис. 5. Этапы начального разрушения массива пород в выработке



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

$$U^{I,III} = (U_1 + v_2^2 T_2 + U_3);$$

для второй группы выработок (рис. 5б)

$$U^{II} = (U_1 + v_2^2 T) K_1 + U_3,$$

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

$U_1$  - величина смещения 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 спорного 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 контуре поперечного сечения выработок в разные периоды их существования сказывают влияние большое количество факторов. На основании анализа результатов экспериментальных исследований проявлений горного давления в выработках рекомендуется учитывать следующие основные факторы: глубине расположения выработки  $H$ , м, угол падения пласта  $\alpha$ , град. ширина подбитого целика  $B_c$ , 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  $M_{с.л}$ , м

Влияние последних двух факторов учитывается через коэффициент

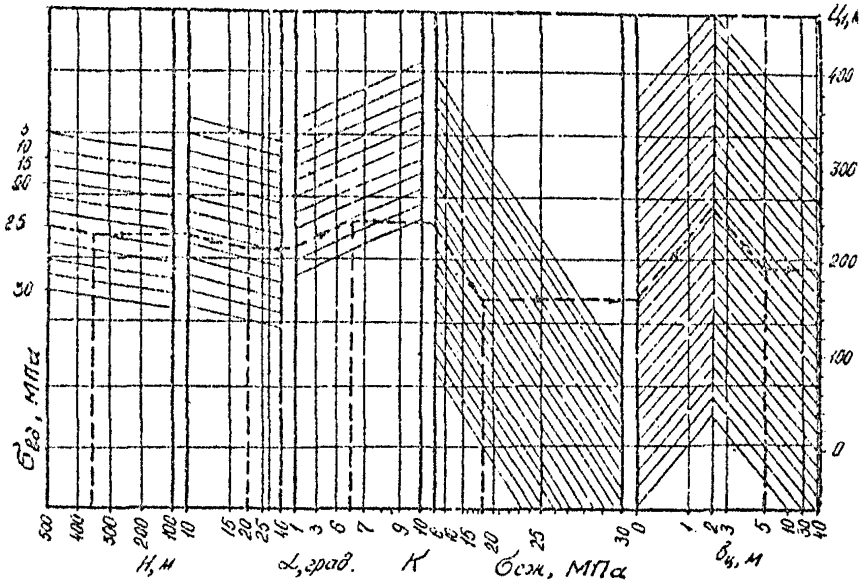
$$K = \frac{M_{н.к}}{M_{с.л}}$$

Величины вертикальных смещений контура поперечного сечения выработок в зоне влияния действующего проходческого забоя  $U_1$ , в зоне влияния действующего очистного забоя  $U_2$  и скорости вертикальных смещений вне зон влияния проходческого и очистного забоя  $V_2$  для условий Кызыл-Кийского, Суликтинского и Шурабского районов определяются по номограммам, приведенным на рисунках 6-8. Ключи пользования номограммами показаны штриховыми линиями.

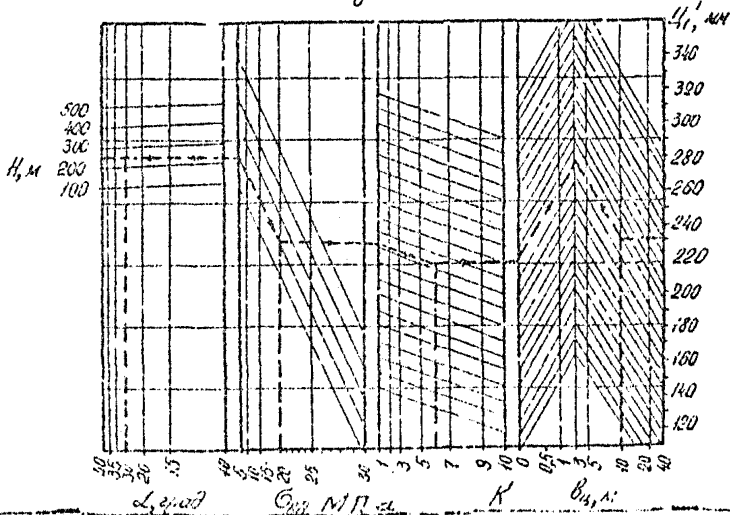
Данные номограммы справедливы для следующих значений фактор-аргументов: глубины разработки  $H = 100-500$  м; угла падения пласта  $\alpha = 5-40^\circ$ ; ширины надлестрекового целика  $b_{ц} = 0-20$  м; сопротивления пород непосредственной кровли одноосному сжатию  $\sigma_{сж} = 40-350$  Па; сопротивления 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 Ташкумирского месторождений производится по изложенной выше методике. Полученный результат умножается на коэффициент  $K_K = 0,6$ , учитывающий различия в горно-геологических условиях месторождений.

а



б



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

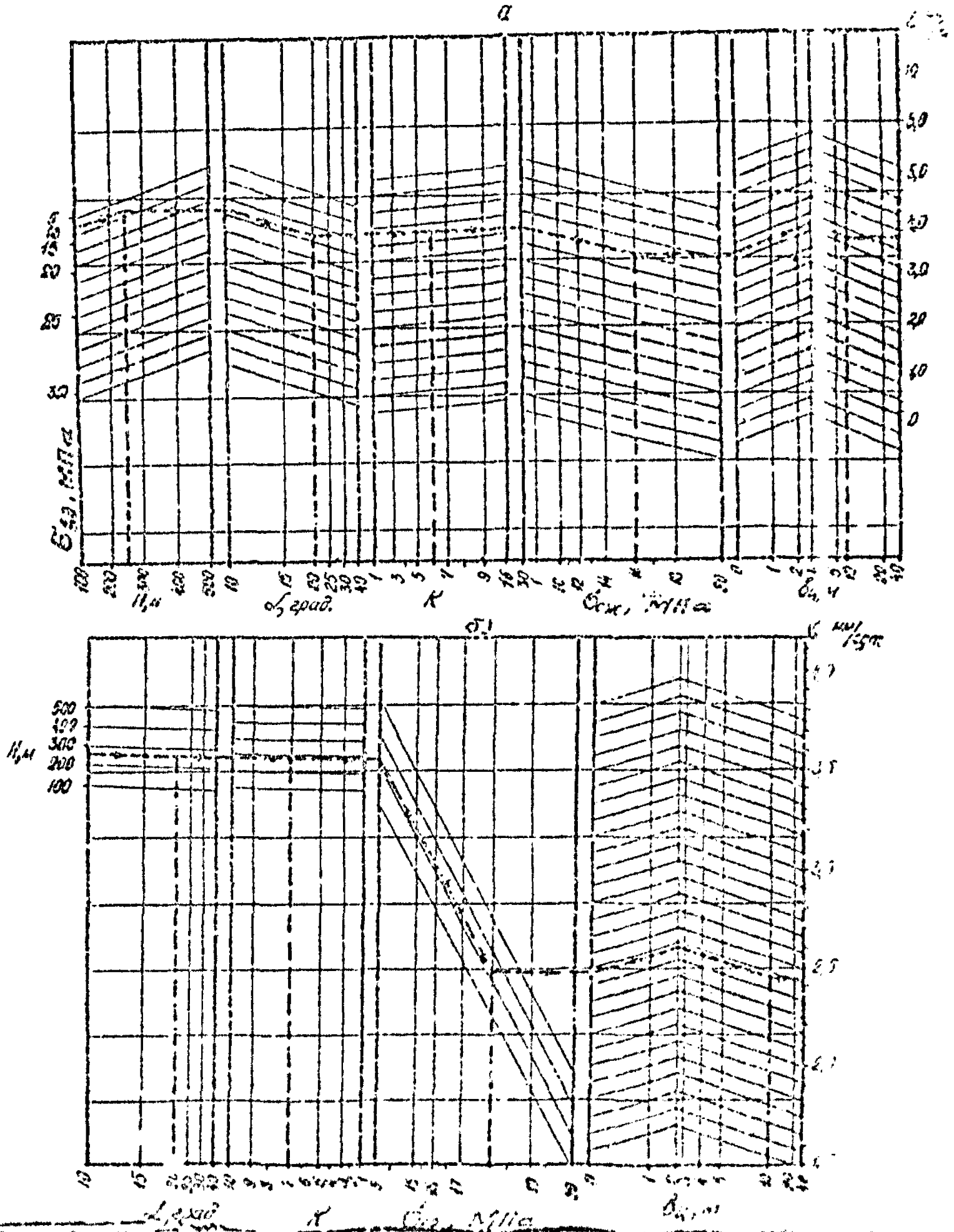


Рис. 7. Номограммы для определения энергии свелетной погоды днем и ночью в выровненных, продолженных по пластам средней мощности, первом слое мощных пластов (а) и по второму слою мощных пластов (б) при осудотерии влики из непрозрачельности и симетричного эл.сва.

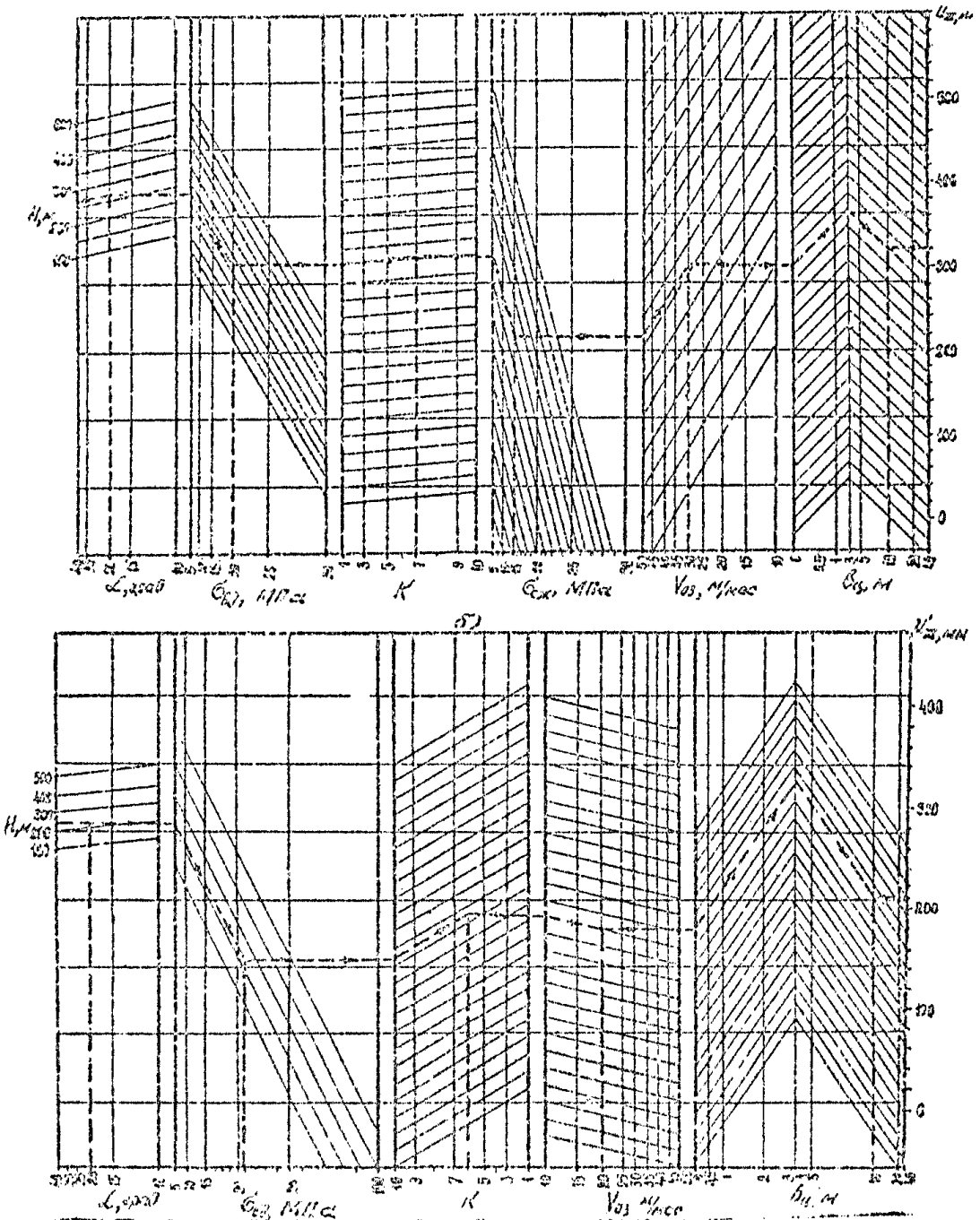


Рис. 8. Номограммы для определения величины смещений пород кровли и почвы в выработках, пройденных по пластам средней мощности, первым слоям мощных пластов (а) и по нижним слоям мощных пластов (б)

Боковые смещения контура поперечного сечения выработок  $U_{\sigma}$  определяются из выражения

$$U_{\sigma} = K_{\sigma} U,$$

где  $K_{\sigma}$  - числовой коэффициент бокового смещения контура поперечного сечения выработок.

Значения коэффициента  $K_{\sigma}$  приведены в табл. 10.

Таблица 10

Способ охраны выработки	Значение коэффициента $K_{\sigma}$
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.

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

затяга 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:

$$R = 0,60 \sqrt{\frac{L}{\lambda}} \cdot \lambda \cdot H \cdot K_4,$$

где  $\lambda$  - коэффициент прочности пород по школе проф. М.М. Протодьяконова;

$K_4$  - коэффициент, учитывающий влияние ширины надштрекового целика (табл. II).

Таблица II

Ширина целика, м	0	5	10	15	20	25	30
Значение коэффициента	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:

$$P = (1 - \sin \varphi \cdot K_T) \sum \gamma H \left( \frac{\alpha}{R} \right) \frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi \cdot K_T},$$

где  $\varphi$  - угол внутреннего трения, град.;

$\gamma$  - плотность породы, т/м<sup>3</sup>;

$K_T$  - коэффициент изменения угла внутреннего трения,  
 $K_T = 0,8$ ;

$\alpha$  - половина ширины выработки в проходке, м

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

кряль первых слоев. Поэтому можно принять, что

$$\rho_{н.с} = 0,7 \rho.$$

Пример: Определить давление на крепь съемочных 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 выработочному пространству.

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

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

$$= 0,12 \text{ МПа} ;$$

$$\rho_{н.с} = 0,7 \cdot 12 = 0,84 \text{ МПа} .$$

### 3.2. Мероприятия по повышению устойчивости выработок

Мероприятия по повышению устойчивости съемочных 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 выработок. К ним относятся: подрезка выработок; приведение выработок за пределы зоны максимальных концентраций напряжений по падению или восставанию угольного пласта; бурение разгрузочных



связей 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 выработочному 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 химическими или механическими способами. Опыт применения этих мероприятий на буругольных 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 этими видами крепи, соответствует размеру зоны влияния проходческого забоя и составляет в среднем 25-35 м. В тяжелых усло-

виях поддержания выработка 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 прочность и обладать значительной грузонесущей способностью. Таковой крепью могут быть гидравлические стойки большого типоразмера, установленные под металлический верхний. 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 выгрызы в зоне ответственности постоянной крепи в пределах 100-250 мм.

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

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

Комплексное внедрение указанных выше мероприятий позволит значительно повысить устойчивость пластовых (слоевых) выработка, 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 существуют способы подготовки и отработки выемочных полей не всегда оказывающиеся приемлемыми. Основную роль при этом играет необходимость обеспечения определенного разрыва во времени между отработкой смежных выемочных столбов и слоев 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, отработываемых наклонными слоями при бесцеликовой охране выработок, можно выделить следующие группы схем:

1. Погашение целиков угля, временно остегляемых:

- 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 1-2 столба (рис. 9, е, ж).

4. Отработка пласта или слоя длинными столбами (по п сти- ранию, падению, восстанию) или плоскими (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 оставленного целика. Некоторые недостатки возникают при переходе казной собою на новую подготовку

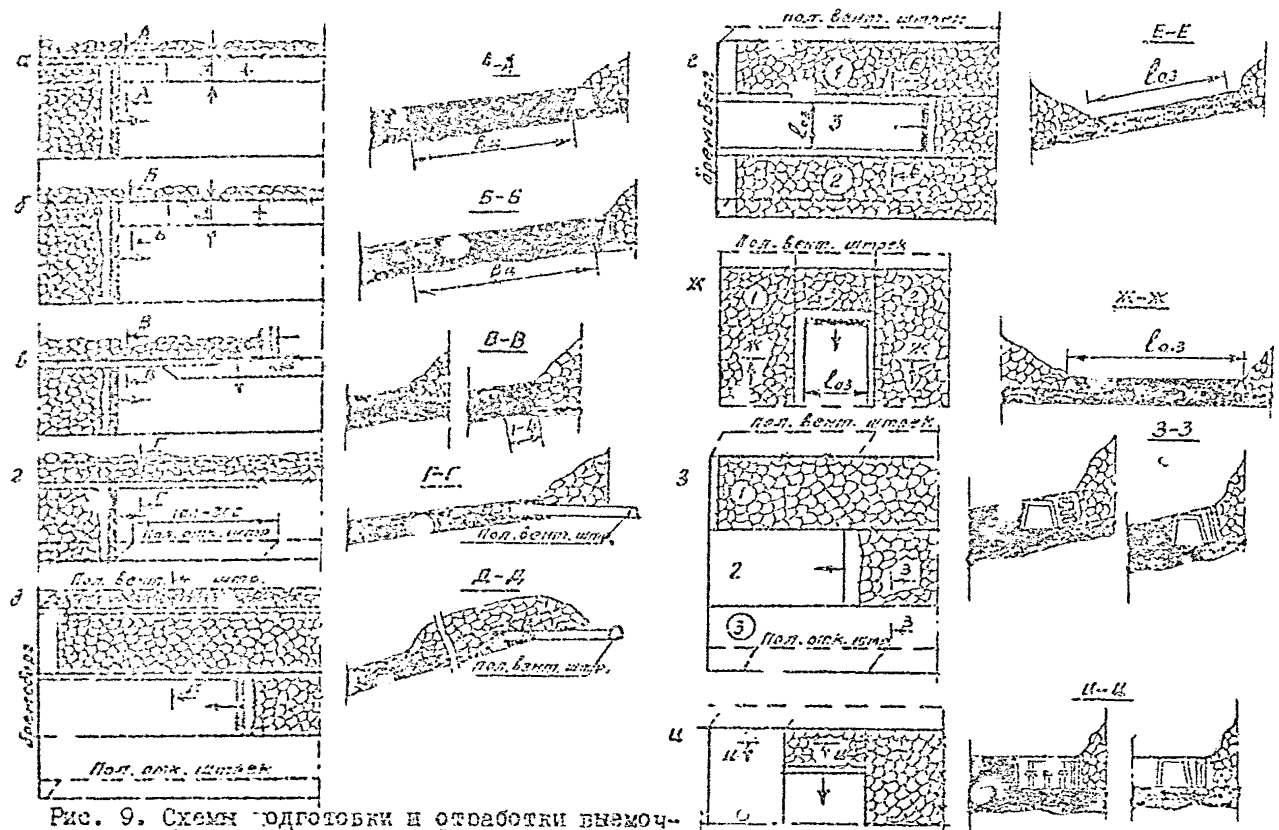


Рис. 9. Схемы подготовки и отделки вымочных стоков при бесцеликовой охране выработок

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 продолжительного 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 от лавных участков - 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  $18^{\circ}$  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 восставанию.

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 в выработках, расположенных на границе с обрушенными породами. Если среди обрушенных пород оставлены два выемочных столба, то их отработка

важ опаренными кабами.

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

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

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

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

Схема (рис. 9, в, и) не рекомендуется в связи с высокой химической активностью углей бурогоугольных 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, в, ж) Ташкумырское месторождение. В качестве переходных схем от охраны выработок целиками угля к бесцеликовым для условий обоих месторождений возможно использование схем (рис. 9, в, з). 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 схема (рис. 9, а, и).

Возможный порядок подготовки слоев по рекомендуемым схемам показан на рис. 10.

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. 10, з, 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. 10, в-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. 10, д) целесообразна отработка всех слоев в пределах одного подэтажа, в затем следующего. Частным случаем данной схемы является полевая подготовка мощного пласта при отработке слоев системой лаво-этаж (рис. 9, г).



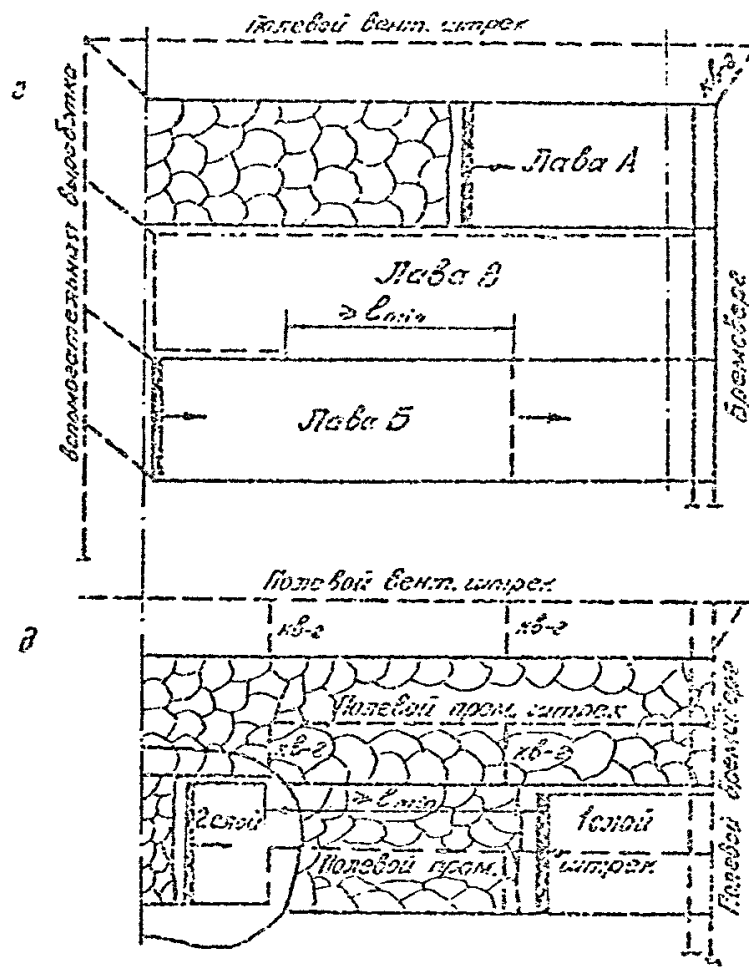
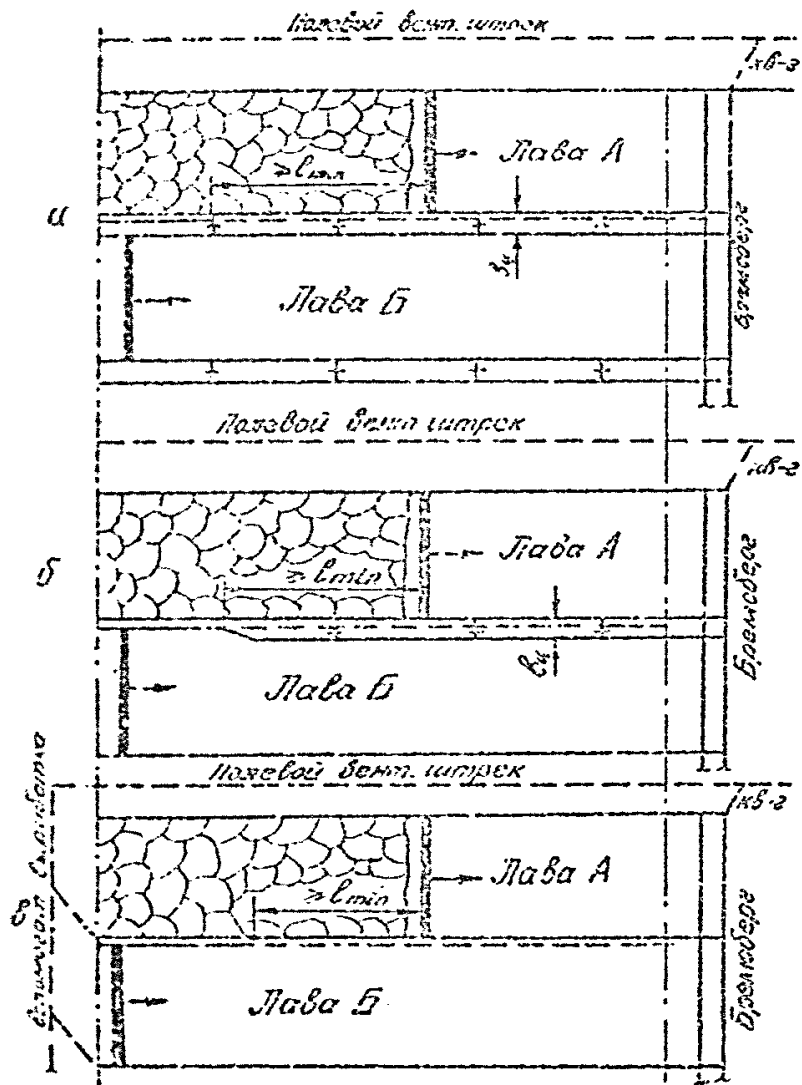


Рис.10. Порядок подготовки пластов (слоев) при бесщеликовой охрене выработок

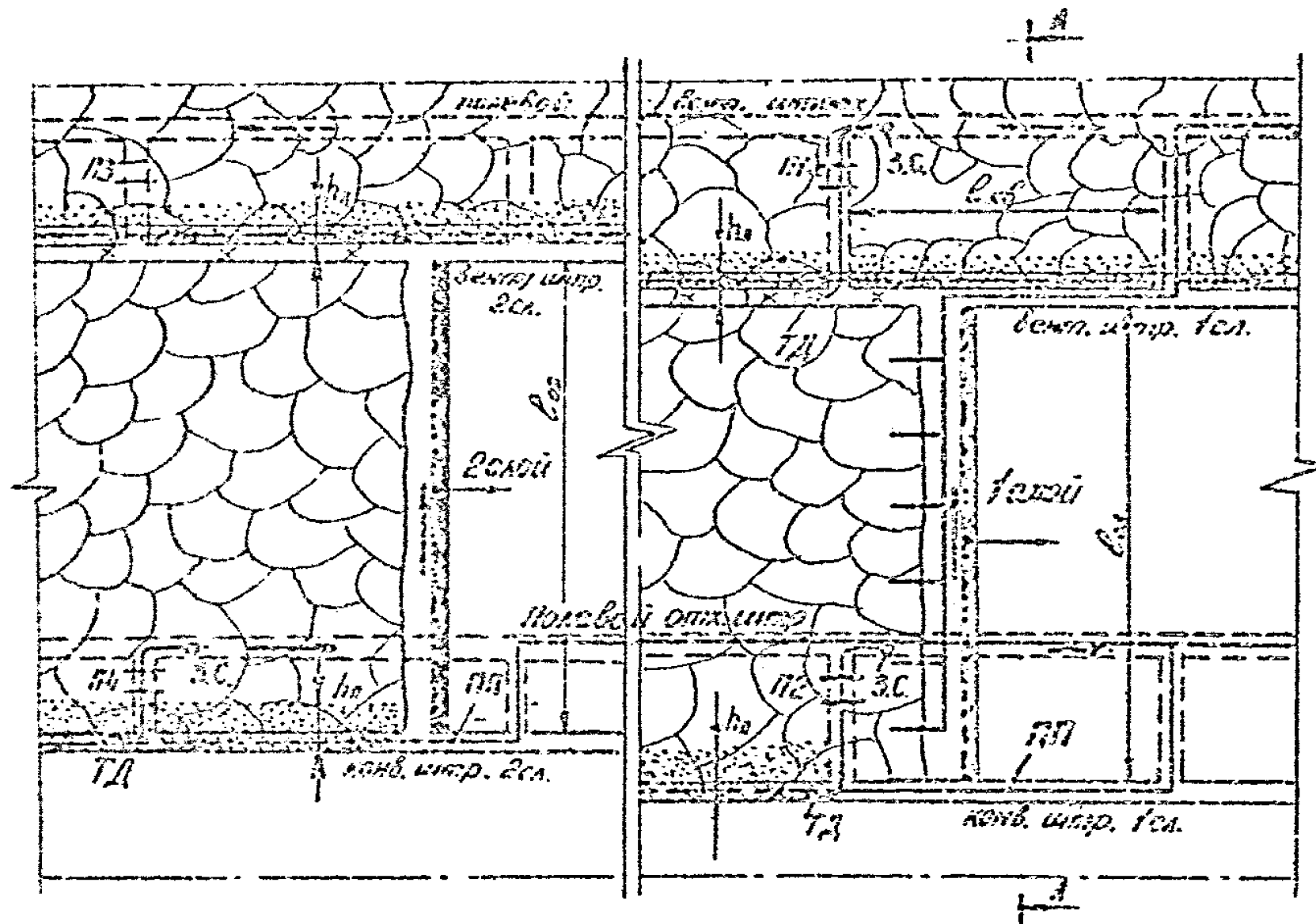
#### 4.3. Технологические схемы отработки пластов при охране выработок без целиков

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 лаво-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 квершлагги (гезенки) служат для отработки всех слоев мощного пласта.

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

Взвешивание угля в очистных забоях может осуществляться очистными механизированными комплексами типа СКН, СКНУО КМЗ, КМЗУО, укомплектованными комбайнами с индивидуальной крепью или с помощью буровзрывных работ.



43

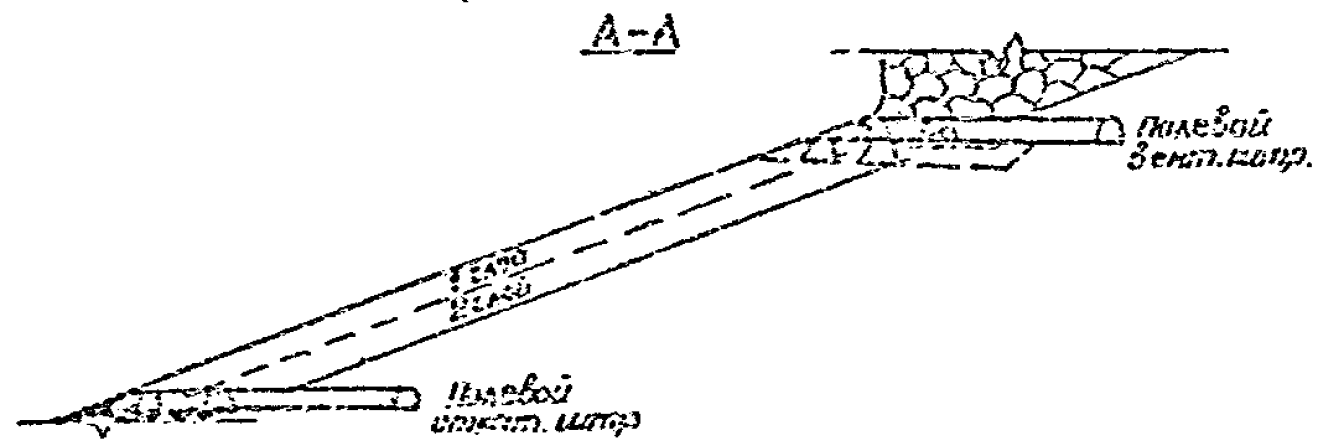


Рис. 11. Отработка мощного пласта наклонными слоями без оставления междуэтажных целиков угля (схема 1)

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

Расстояние между изолирующими перемишками следует принимать не менее 8 м. Для контроля за температурным режимом выработанного пространства на слоевых штреках в районе промежуточных квершлагов устанавливаются термоматчики (ТД). Концы проводов термоматчиков 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 заливание промежутка между изолирующими перемишками. Чтобы исключить подсос воздуха в выработанное пространство при расположении выработок на границе с обрушением, необходимо провести контурное заливание. С этой целью на конвейерном штреке располагается заливочный пульпопровод (ШП), с помощью которого осуществляется создание заливочной полосы шириной  $h_n = 3-5$  м.

Чтобы создать благоприятные условия для обработки нижнего слоя при обработке верхнего слоя, целесообразно провести площадное заливание или смачивание хорошо размокшими пород непосредственной кровли. Это мероприятие также снижает возможность возникновения эндогенных пожаров в выработанном пространстве.

При обработке нижнего слоя промежуточные квершлага и выработки

Нижний слой отрабатывается без оставления межслоевой лачки под искусственной кровлей из сложившихся обрушенных пород. Как и при отработке первого слоя, осуществляется контурное заиливание. Площадного заиливания нижнего слоя не производится.

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

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

Схема 2. Отработка мощного пласта наклонными слоями в нисходящем порядке с выемкой слоев длинными столбами по проектированию 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 пропускных способностей. Недостатком схемы является значительный объем полевых выработок.

Выбор средств механизации и средств очистки забоев определяется горно-геологическими условиями.

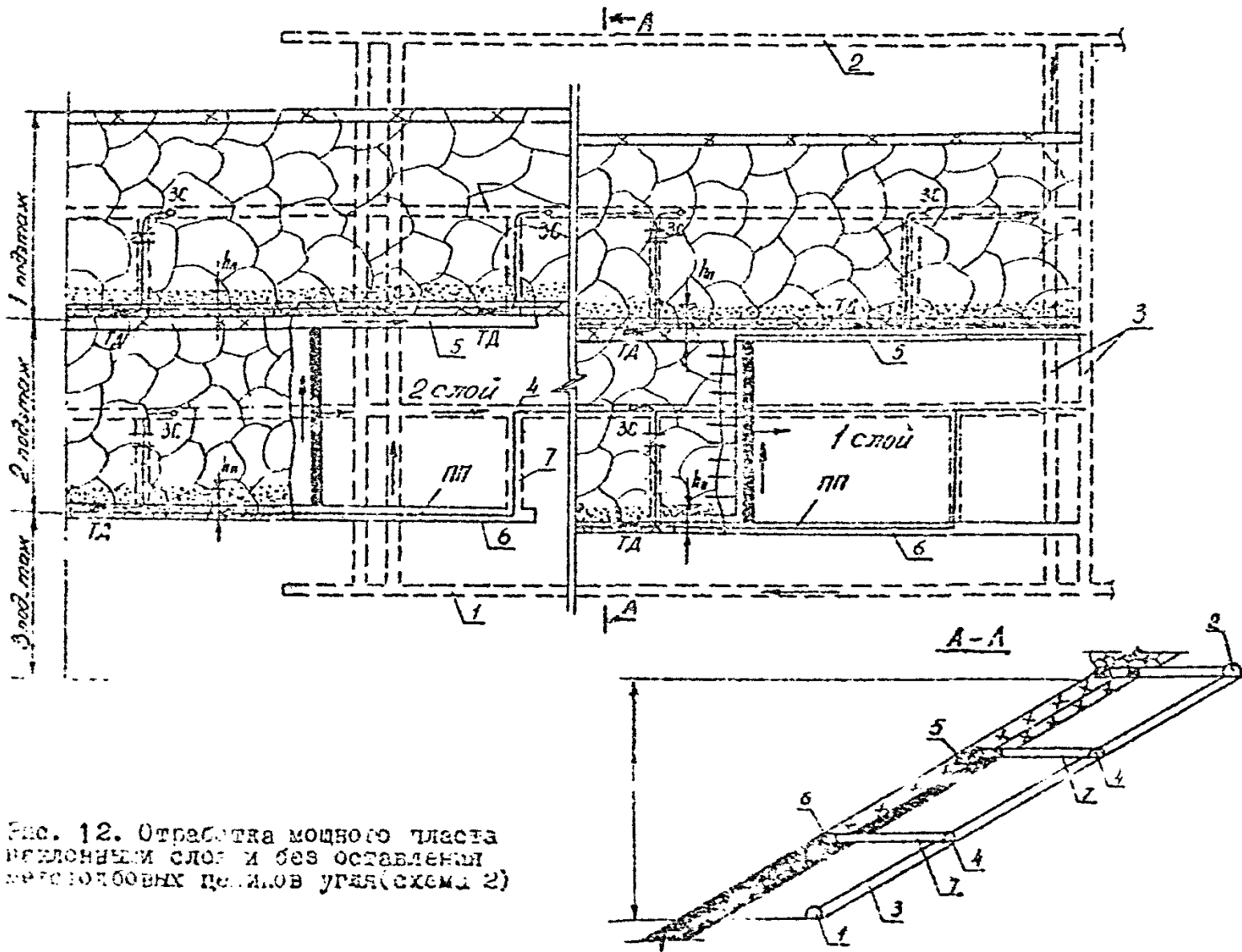


Рис. 12. Отработка мощного тласта  
 бетонными слоя и без оставления  
 бортовых пазов угля (схема 2)

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.13).

Выемочное поле разделяется на столбы, обрабатываемые в первую очередь (нарезанные в массиве угля) и столбы, обрабатываемые 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, обрабатываемых в первую очередь, приводятся 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 заливочные пульпопроводы III, и на границе с массивом угля создается заливочная полоса шириной  $k_k = 3-5$  м.

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

Созданная в период отработки первых столбов заливочная 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 перегородки. Для контроля за температурным режимом выработанного пространства в вентиляционном и конвейерном

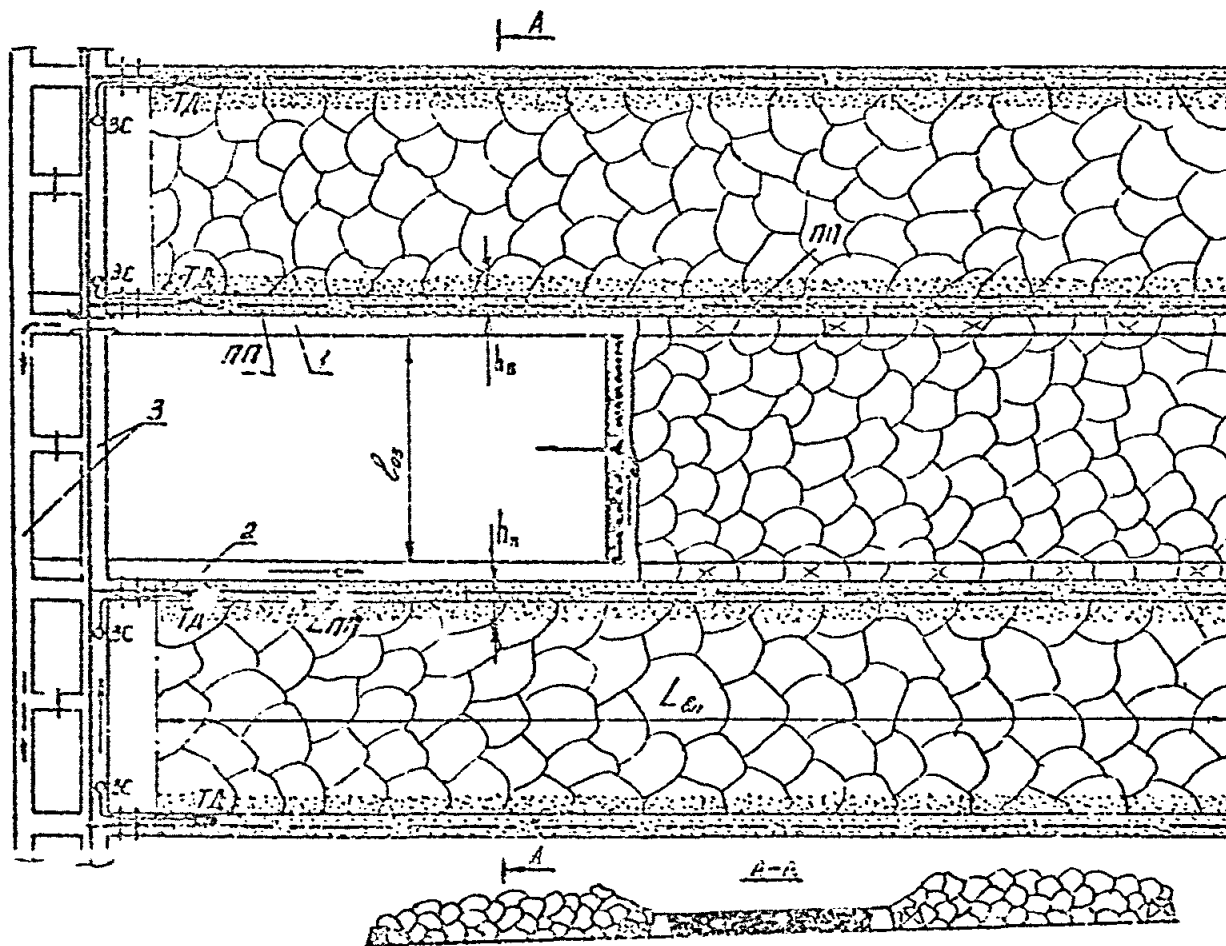


Рис.13. Обработка выемочных столбов в шахматном порядке без оставления межстолбовых целиков угля ( схема 3)



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 (В.С.)

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

Схема 4. Отработка пластов длинными столбами по простиранию без оставления межстолбовых целиков угля (рис. 14, а)

Использование данной схемы целесообразно при индивидуальной пластовой подготовке пласта. На-за отсутствия групповых (полевых) штреков вентиляционный штрек 2 соседнего столба проводится вприсечку к выработанному пространству сразу на всю длину выемочного поля. Отработка столба производится от границы выемочного поля к участковому (панельному) бремсбергу 1. По мере отработки пласта вентиляционный 2 и конвейерный 3 штреки погашаются. На границе с массивом угля в выработанном пространстве возводится заилочная полоса шириной  $k_n = 3-5$  м. После отработки каждого столба на конвейерном и вентиляционном штреках у бремсберга устанавливаются чурочные или брусчатые изолирующие перегородки, а в выработанном пространстве закладываются термодатчики для контроля температурного режима. Концы проводов термодатчиков выводятся на бремсберг.

Пробегание вентиляционного штрека на границе с обрушенными породами возможно по истечении определенного времени.

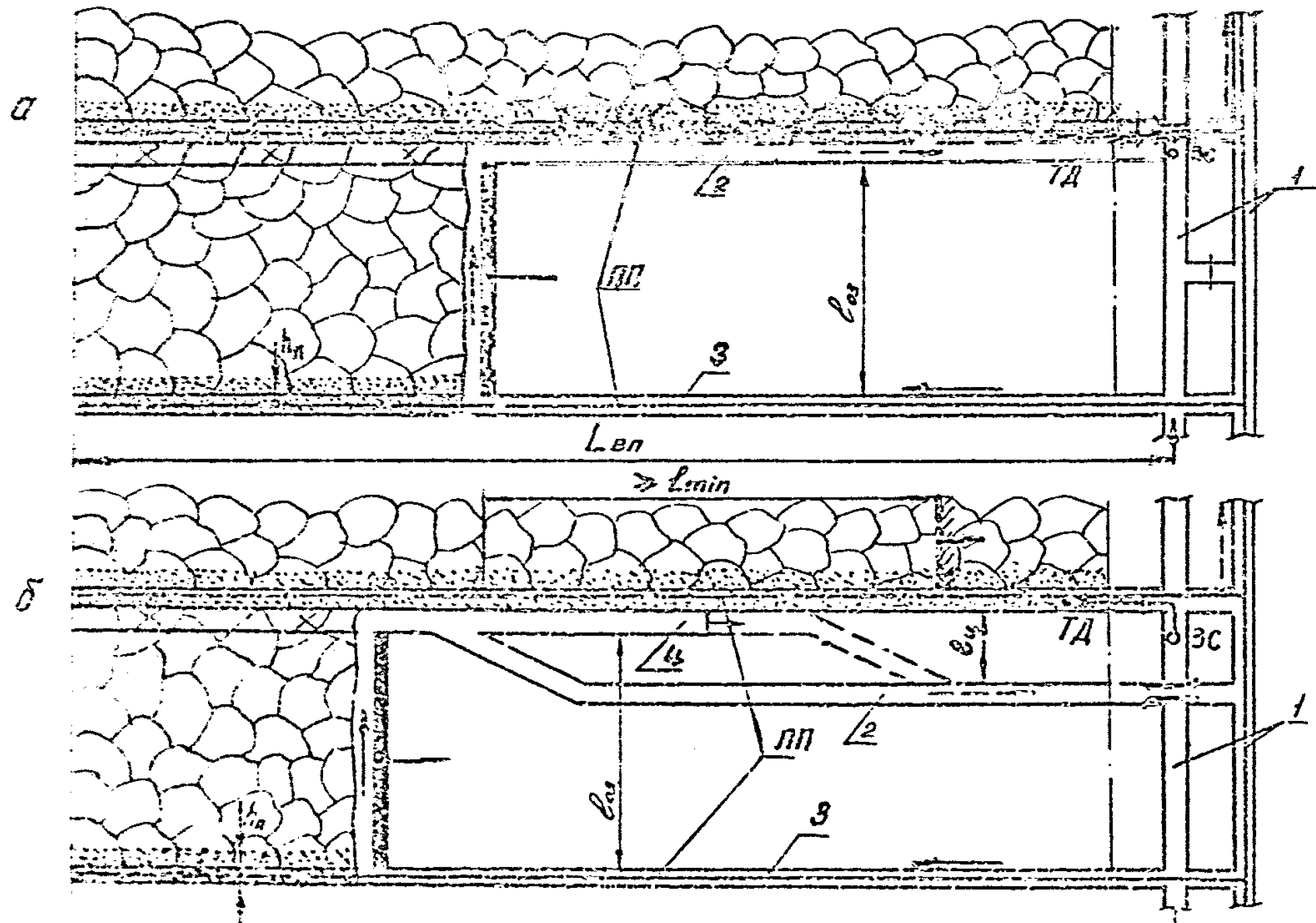


Рис. 14. Обработка просты длинными штробами по простиранию без оставления межшторковых целиков угля (схемы 4, 5).

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

Схема 5. Обработка пластов длинными столбами по простираванию с погашением межстолбовых целиков угля (рис. 14, б).

Использование данной схемы, как и схемы 4, целесообразно при индивидуальной пластовой подготовке пласта. В отличие 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  $B_{ц} \geq h_0$

Вентиляционный штрек выводится на границу с обрушенными породами за зоной активного влияния очистного забоя ( $L_{min}$ ) и далее проводится вприсечку к выработанному пространству. Целик  $B_{ц}$  погашается лавой. Для проветривания верхней части лавы целик оконтуривается присечным вентиляционным штреком 4, который через 80-150 м соединяется обойками с вентиляционным штреком 2. Для более удобного перехода обоек 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 завалочные полосы шириной  $k_{п} = 3-5$  м.

Сразу после обработки столбов конвейерный и вентиляционный штреки перекрываются чурочными и брусчатыми изолирующими перемычками. Для контроля за температурным режимом выработанного пространства закладываются термометрики на вентиляционном и конвейерном штреках в районе сколообразованного целика.

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

Контроль за изменением температуры выработочного пространства осуществляется с помощью термодатчиков с термосопротивлениями типа КМТ-4, наличие CO определяется газовой анализаторами 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 в шахтах Средней Азии и основных направлений развития техники и технологии подземной угольной добычи в стране в разных горно-геологических условиях рассматриваемых месторождений возможно применение следующих видов технологии выемки угля:

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

Рекомендуется использовать современное специализированное 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 выемочных слоев при отработке мощных пластов на Шурбоском и Аигренском месторождениях.

При неблагоприятных горно-геологических условиях рекомендуется применить бесцеликовые технологические схемы с узкозахватными комбайнами типа КШ1К1, 2К52М, КШ3М и ГШ68 с индивидуальными гидравлическими отойками типа ГСК и ГВГ. При сложных горно-геологических условиях (частых геологических нарушениях, подержанных элементах залегания и т.п.), а также при углах падения свыше  $35^{\circ}$  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 последной выемки с созданием искусственной кровли без оставления межслоевой почки угля. На шахте "Кок-Янгак" из-за наличия

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

Основные параметры технологических схем отработки угольных пластов, рекомендуемые по результатам исследований, выполненных КНИИМ, Свердловским горным институтом, другими научно-исследовательскими институтами и на основании опыта работы шахт Средней Азии, приведены в табл.12.

Особо сложные горно-геологические условия разработки угольных пластов на шахте "Кок-Янтак" 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, ПКЗР, ГПК или ПКЗР.

Основные параметры технологических схем отработки запасов угля в целиках около геологических нарушений на шахте "Кок-Янтак" приведены в табл.13.

Таблица 13

Показатели	Рекомендуемые параметры для пластов	
	"У-У"	"М-М"
Длина взрывочного столба, м	150,0	200,0
Ширина взрывочного столба, м	17,0	26,0
Ширина целиков между взрывочными столбами, м	5,0	7,0
Ширина заходки, м	4,0	4,0

Таблица 12

Показатели	Значения рекомендуемых параметров для месторождений				
	Кызыл-Кийское	Сулук-тинское	Шуроб-ске	Бок-Ян-гакское	Ташку-мырское
Длина лапы при способах выемки угля, м:					
комплексами	100-120	100-120	100-150	100-150	100-150
указоохватными комбайнами с индивидуальной крепью	100-120	100-120	100-120	100-120	-
бурильничной с индивидуальной крепью	80-100	80-100	100-110	100-120	-
Тип механизированного комплекса	ОКП (МК75)	ОКП (МК75)	ОКП70 (КМ130 (2ОКП 3ОКП))	ОКП70 (КМ130)	ОКП 2ОКП
Период стабилизации активных смещений пород, мес:					
верхние 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	12-14	-
Время слеживания обрушенных пород для обеспечения их воздухопроницаемости, мес.	5-6	5-6	5-6	14-20	5-6
Рекомендуемые минимальные разрывы во времени между отработкой смежных столбов					
верхних слоев	5-6	5-6	5-6	14-20	5-6
нижних слоев	4-6	4-6	4-6	12-14	-

Параметры технологического цикла отработки целиков установлены с учетом типа обрушения основной крепи и антропогенного периода самообрушения угля [9].

## 5. ПРОФИЛАКТИКА ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНЫХ ПОЛОТНЫХ ПЛАСТОВ БЕЗ ОСТАВЛЕНИЯ МЕСТОСЛОВНЫХ И МЕЖДУСТАННЫХ ЦЕЛИКОВ

### 5.1. Общие замечания

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

На шахтах буроголильных 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 олон к олон (увеличением потерь угля в надштрековых целиках, накоплением рудавленного угля межслоевых пачек и пр.) и сложностью выяснения отработанных участков на нижних слоях, особенно при шпестовой 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 одинакова. 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 склеенные и размоченные 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 оперного давления впереди лавы воздухопроницаемость массива и целиков угля возрастает почти в два раза (рис. 15, б), что объясняется их раздвигиванием возникающими иструсками, раскрытием имеющихся и образованием новых трещин. Воздухопроницаемость обрушенных пород, наоборот, снижается на 25-50% за счет их дальнейшего уплотнения. Аналогичную картину следует ожидать и породы очистного забоя в

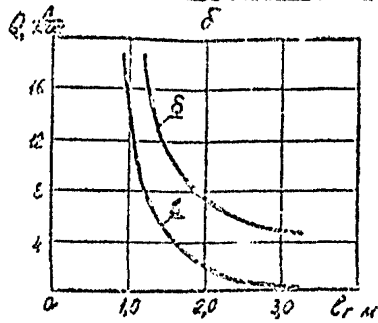
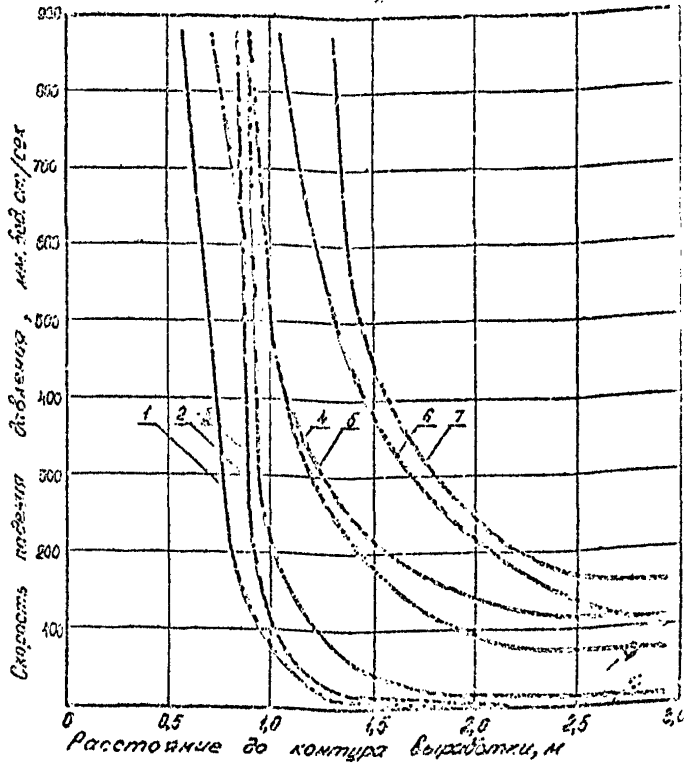


Рис. 15. Изменение воздухопроницаемости угля и обранных пород в зависимости от расстояния до контура поперечного сечения выработки: 1, 2 - обранные глинистые породы, 3 - массив угля, 4, 7 - обранные плоскостежильные породы, 5 - целик угля шириной 0 м, 6 - целик угля шириной 5 м, 8 - массив угля в зоне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

выработанном пространстве.

Из вышесказанного следует, что при качественной профилактической обработке контура выработок, расположенных на границе с обрушенными породами, достигается воздухопроницаемость обрушенных пород меньше, 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 заливания с целью резкого сокращения притоков воздуха через выработочное пространство и исключения межслоевых точек угля;

б) создания воздухопроницаемого пояса на контакте с присечной выработкой, при отсутствии площадного заливания.

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

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

Предупредительная обработка глинистой пульпой этой зоны на ширину  $l = 3-6$  м создает воздухо непроницаемый пояс на

контакте с присечкой выработкой (рис. I1-I4) и резко снижает возможность возникновения эндогенных пожаров. Такая профилактическая обработка (контурное заиливание) может осуществляться по схеме подачи глинистой пульпы (рис. I5, 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 воздухо непроницаемых стенок между отработавшими столбами по всей их длине. В практике известны воздухо непроницаемые стенки из изопены, пенопласта, латекса и др. Все они требуют больших трудовых и материальных затрат.

Наиболее простой воздухо непроницаемой стенкой является полиэтиленовая пленка. Стенка возводится в погашаемой выработке, в присечку 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 выемкам лам пробиваются 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. Изоляционная стенка при проходе штрека в присечку, как правило, не разрушается 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)

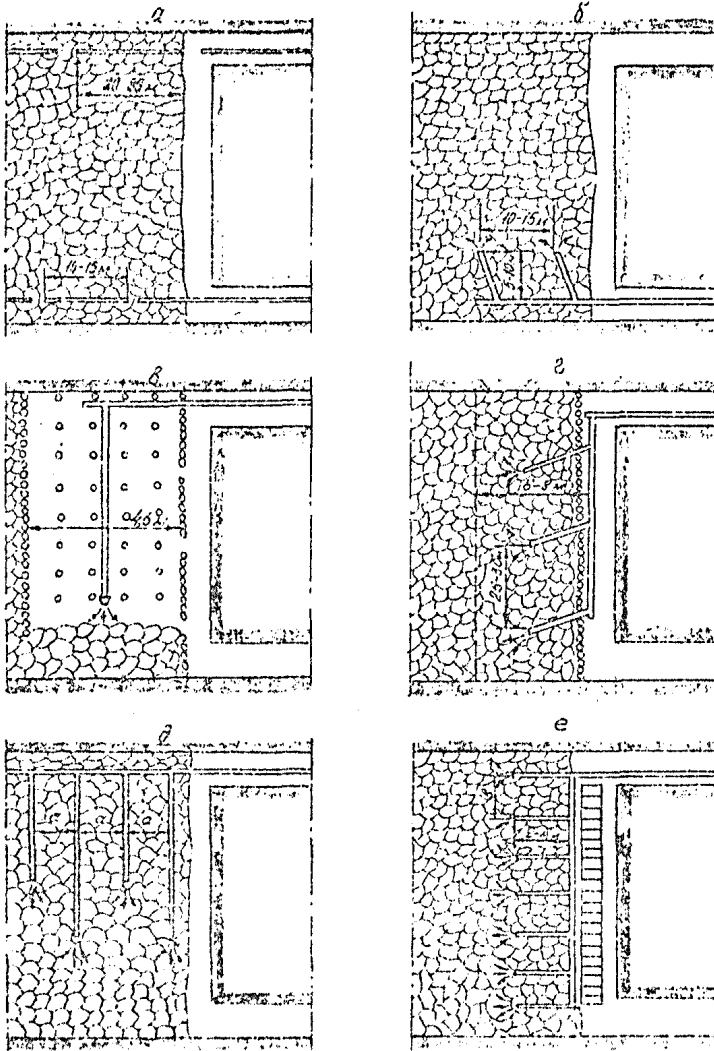


Рис. 36. Схема подшивки рибинистой пелены при экваторном (а, б) и полярном (в, г, д, е) закреплении радиостанционного пространства

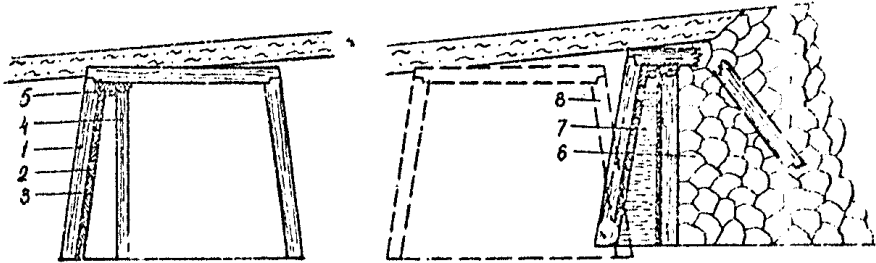


Рис. 17. Схема возведения изолирующей стенки для изоляции выработанного пространства от подсосов воздуха

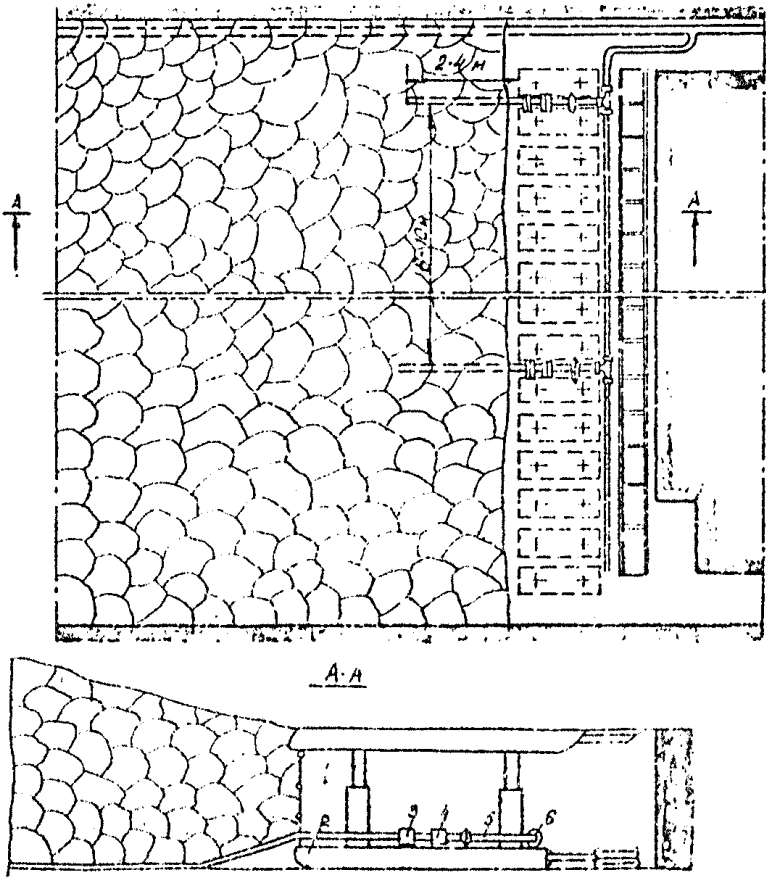


Рис. 18. Схема расположения передвижного пылесосового а в лава с комплексом КМ-873

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

Для практического применения рекомендуется передвижной пульпопровод, который может быть применен в очистных забоях как с индивидуальными, так и механизированными креплениями. На рис. 18 показана конструкция передвижного пульпопровода при отработке лавы механизированным комплексом 1.073 [13, 23, 24]. Передвижной пульпопровод делится на секции, располагаемые по длине лавы через 8-10 м. Каждая секция состоит из передвижного става труб I длиной 2-4 м, приспособлений для крепления става 2 к направляющей балке секции крепи опорной арматуры и гибких высоконапорных рукавов 5 и 6, прокладываемых от вентиляционного штрека до секции передвижного пульпопровода. Передвижной став состоит из труб диаметром не менее 50 мм.

Пульпу необходимо подавать в выработанное пространство небольшими объемами по 6-7 м<sup>3</sup>/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. Беспеликовская отработка мощных пологих и наклонных пластов. Корнилков В.Н., Вендышев А.М., Таскеев В.В. и др.-М.: Недра, 1978, 171 с.

2. Таскеев В.В., Корнилков В.Н., Вендышев А.М. Совершенствование подземной разработки мощных бурогоугольных пластов месторождений Средней Азии.-Ташкент: Фан, 1976.- 104 с.

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

4. Исследование возможности отработки мощных бурогоугольных пластов без оставления надштрековых целиков на шахтах комбината "Среднеуголь". (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 беспеликовой отработки угольных пластов Кок-Ливакского и Ташкумирского месторождений Средней Азии. (Отчет) Тема 33-201-76. Свердловск, фонды СГИ, 1979. - 55 с.

7. Толькин В.П. Исследование и оптимизация технологических схем отработки мощных пластов пологого и наклонного падения бурогоугольных 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 Сулжактинского 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 1648380000-028, КНИУИ, Караганда, 1979. - 68 с.



10. Технологические схемы подготовительных работ для условий шахт Средней Азии.—Караганда: КНИУИ, 1978.— 70 с.

11. Инструкция по применению типовых схем крепления и управления кровлей в очистных забоях Средней Азии.—Караганда: КНИУИ, 1977.— 58 с.

12. Стояков В.М., Среденко М.И., Сухих В.М. Разработка мощных пологих и наклонных пластов без межслоевых пачек и междустолбовых целиков угля.—Уголь, 1974, № 6, 30-35 с.

13. Технологические схемы очистных работ для сложных горно-геологических условий месторождений Средней Азии.—Караганда: КНИУИ, 1977.— 54 с.

14. Гананович Л.Н. Исследование процессов горного давления для рационального проведения выработок вприсечку и выработанному пространству.—Уголь, 1975, № II, 11-15 с.

15. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР.—Ленинград: (МУП СССР, ВНИИМ), 1977, 175 с.

16. Корнилов В.Е., Грищенко Г.Т., Чытников Н.Н. Обеспечение порядка подготовки выемочных столбов при бесцеликовой отработке мощных пластов наклонными слоями.—Известия ВУЗов, Горный журнал, 1976, № 2, 77-81 с.

17. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. Части I и II.—М.: Недра, 1979, 333-327 с.

18. Комиссаров М.А., Андриенко В.М., Фролов Э.К. Параметры охраны горных выработок разгрузкой выемочного массива скважины по углю.—В сб.: "Вопросы управления кровлей, охраны и применения горных выработок".—Донецк: ГИУИИ, 1969, № 48, с.105-112.

19. Петухов И.И., Кузнецов В.Л., Сидоров В.О. Расчет разгрузающего действия скважины.—М.: Недра. Безопасность труда в промышленности, 1976, № 4, 21-24 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 "Среднеауголь"—Кемерово: ВостНИИ, 1977.— 44 с.

22. Корчилов В.Н., Вантешев А.М., Толькин В.И. Оценка воздухопроницаемости целиков угля и обрушенных пород. — В сб.: ЦНИИУголь, "Техника безопасности и горноспасательное дело", 1973, № II, 14—15 с.

23. Чернов И.Е., Соллогуб В.П., Прасиврин О.Г. Выявление нижних слоев мощных пологих пластов с искусственным уплотнением обрушенных пород. — Уголь, 1976, № 4, 51—36 с.

24. Рекомендации по применению передвижных пульспроходов при слоевой разработке мощных пологих пластов комплексами на шахтах Челябинского бассейна. — Челябинск: ЧИИОГР, 1977, — 13 с.

" Методические указания..." разработаны кандидатами технических наук В.Н.Корниловым, А.М.Вандишевым, В.Ш.Тюлькиным, инженером В.А.Прутляниным (Свердловский горный институт); кандидатами технических наук Н.Н.Хардиным, И.А.Испаевым, В.К.Чугасвым, инженером Э.А.Гефенидером (КНИУИ); инженерами И.М.Ивановым, И.Д.Плетневым (ПО "Среднеуголь") под научным руководством профессора, доктора технических наук М.М.Мукушова, кандидатов технических наук В.Н.Корнилова и А.И.Лелеко.

Редактор С.С.Беленицкая

УД 04693 Подписано в печать 19.05.81

Заказ № 867 Тираж 100 экз.

Ротапринт КНИУИ