

Л. К. Мартенс

Техническая энциклопедия
том 19

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 62
ББК 30.6
Л11

Л11 **Л. К. Мартенс**
Техническая энциклопедия: том 19 / Л. К. Мартенс – М.: Книга по Требованию, 2018. – 469 с.

ISBN 978-5-458-23060-5

Техническая энциклопедия издавалась в 1927—1934 годах издательством «Акционерное Общество Советская энциклопедия» (Москва), позже ставшим Государственным Словарно-Энциклопедическим издательством "Советская Энциклопедия". Главный редактор Л. К. Мартенс. 1-ый том вышел 1 января 1928 г. Вместе с Энциклопедией выпускался "Справочник Физических Химических и Технологических величин" выпущенный в 8-ти томах". Первый том Справочника вышел в 1927 году. Репринтное издание по технологии print-on-demand с оригинала 1934 года.

ISBN 978-5-458-23060-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2018
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2018

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

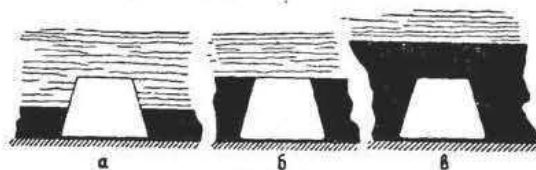
Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (месторождений), совокупность горных работ для извлечения ископаемых из недр земли. Эксплуатация месторождений полезных ископаемых производится разнообразными способами. Разработка твердых полезных ископаемых ведется подземными или открытыми работами. При подземных разработках непосредственному извлечению ископаемого должно предшествовать *вскрытие месторождения* (см.). Часть месторождения, отведенная для эксплуатации самостоятельной производственной единицей (шахтой, штольней) и называемая поэтому шахтным полем (или полем штольни), вырабатывается за время существования этой производственной единицы, причем выработка шахтного поля ведется последовательно, почти всегда т. н. этажами. В настоящее время под термином *этаж* в горном искусстве понимают часть шахтного поля (или поля штольни), которая со стороны восстания и падения месторождения ограничена основными штреками, проводимыми по мере развития работ до границ поля, а по простиранию — границами шахтного поля. Гораздо реже, при горизонтальном залегании или очень малом падении (угол наклона) месторождения, шахтное поле разделяется не на этажи, а на т. н. панели, т. е. отдельные участки, имеющие прямоугольную или квадратную форму и отделенные друг от друга *целями* (т. е. невыработанными частями) полезных ископаемых. Производство подготовительных работ как в пространстве, так и во времени и их отношение к очистным работам (см. *Горные работы*) должны подчиняться определенному порядку. Этот порядок ведения подготовительных и очистных работ называется *системой разработки* данного месторождения. В виду многочисленности и изменчивости факторов, влияющих на выбор системы разработки, нередко случается, когда в пределах одного и того же шахтного поля, этажа или его участка применяются различные системы разработки. Правильная система разработки должна обеспечивать безопасность, экономичность (наименьшая затрата рабочей силы, механической энергии и материалов) и наименьшую потерю полезных ископаемых в недрах. Системы разработки, сопровождаемые большими потерями полезных ископаемых, называются хищническими. Значительные потери допустимы толь-

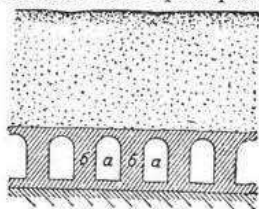
ко при Р. п. и. малоценных, притом таких, запасы к-рых в природе чрезвычайно велики (строительные камни, мел, гипс, каменная соль и нек-рые др.). На выбор системы разработки влияют следующие факторы: форма месторождения, мощность его, угол падения, строение и свойства ископаемого, свойства и интенсивность обрушения боковых пород, количество гремучего газа, водоносность пород, механизация добычи и наконец требования рынка к качествам ископаемых. 1) Как форма, так и залегание месторождения бывают различными (пласт, пластообразная залежь, россыпь, жила, шток и т. п., геологически спокойное или нарушенное складками или сбросами залегание). 2) По мощности месторождения (преимущественно пластовые) условно подразделяются на 3 группы: тонкие месторождения (мощностью до 1,5 м), когда при проходке штреков приходится кроме выемки самого полезного ископаемого (фиг. 1, а) еще подрывать и боковую



Фиг. 1.

породу; месторождения средней мощности (от 1,5 до 2,5—3 м), в к-рых проведение штреков производится без подрывания пород (фиг. 1, б), и мощные (толстые) месторождения (более 2,5—3,0 м), в которых над (или под) штреками остается некоторая толща полезных ископаемых (фиг. 1, в). 3) В зависимости от угла падения (наклона к горизонтальной плоскости) месторождения подразделяются на пологопадающие, или пологие (0—30°), наклонные (30—45°) и крутопадающие, или крутые (45—90°). 4) Крепость ископаемого обуславливает способы, инструменты и машины очистной выемки; направление к ливажа (способность полезных ископаемых или пустой породы по нек-рым направлениям более легко отделяться от общей массы) нередко обуславливает расположение очистного забоя; чистота месторождения или, наоборот, наличие прослоек или включений пустых пород также влияет на способ очистной выемки; склонность ископаемого к самовозгоранию требует полной по возможности

выемки его. 5) Свойства боковых пород (степень устойчивости, трещиноватость, направление трещин, способность обрушаться и оседать отдельными массами, падать внезапно или же плавно прогибаться, способность к поддуванию, т. е. к приподниманию в выработках почвы) влияют на способы выемки ископаемого; при разработке пологопадающих месторождений наиболее важны свойства кровли, при крутопадающих — и свойства почвы. Выработанные пространства (см. *Горные выработки*) влияют на устойчивость вышележащих (а при крутом падении и ниже лежащих) пород. В зависимости от отношения к выработанным пространствам различают три основных принципа разработки месторождений полезных ископаемых: а) среди выработанных пространств а, а (фиг. 2) навсе-



Фиг. 2.

гда остаются неизвлекаемые части полезных ископаемых б, б, называемые столбами или целиками и играющие роль колонн, поддерживающих вышележащие породы; б) выработанные пространства заполняются закладкой (см. *Механизация горных работ*); в) в выработанных пространствах целики не оставляются и закладка не возводится, происходит обрушение боковых пород (разработка с обрушением, разработка без закладки). На практике эти три основных принципа нередко комбинируются между собою, например возводится не полная закладка, а частичная; кроме оставляемых целиков применяется и закладка; целики полезных ископаемых оставляются временно и т. д. При системах разработки, сопровождаемых обрушением или оседанием кровли, крайне важно, чтобы последние происходили планомерно, не распространяясь на части выработанного пространства, необходимые для работы. Мероприятия для осуществления этого условия (способы крепления забоев, качество и способ возведения закладки и др.) называются управлением кровли. 6) Наличие или отсутствие гремучего газа и формы его выделения в каменноугольных рудниках, в виде исключения в некоторых других — калийных, медных, в алмазных коях Южной Африки, — оказывают значительное влияние на способы разработки, доставки, освещения рудников и пр. 7) Вода в местах работы понижает производительность труда и опасна для здоровья (простуды, возможность поскользнуться и упасть; при наличии соответствующих температурных условий появление особых глистов — болезнь ankylostomiasis). Поэтому необходимо вести разработку так, чтобы вода не мешала работам. 8) Механизация добычи оказывает огромное влияние на систему разработки, побуждая в корне менять многие прежние положения горного искусства (длина и форма забоев, величина ежедневного подвигания забоев, размеры и производительность выемочных участков и т. д.). Преобразование системы разработки под влиянием механизации есть одно из характернейших явлений в горной промышленности СССР за последнее пятилетие. Нельзя сомневаться, что под влиянием механизации и концентрации производства в будущем появятся совершенно новые системы

разработки помимо известных (описываемых ниже) до настоящего времени. 9) Требования рынка к качествам полезных ископаемых (кусковатость, допустимый % мелочи и зольности и пр.) тоже влияют на выбор способа выемки в забоях.

Закладка выработанных пространств, т. е. заполнение последних пустыми породами или, очень редко, малоценным полезным ископаемым, бывает сухая или гидратная (мокрая). Промежуточное место занимает изредка применяемая полумокрая закладка. Сухая закладка может возводиться мускульным трудом (обыкновенная, ручная закладка) или помощью особых закладочных машин (машинная закладка) или сжатым воздухом (пневматическая закладка). Разработка с закладкой имеет след. важные преимущества перед разработкой с обрушением: 1) при закладке уменьшается, а иногда и вовсе устраняется вредное влияние подземных разработок на земную поверхность, 2) в рудниках уменьшается давление пород на крепление выработок, 3) в очистных забоях уменьшается вероятность обвалов, вредных для правильного ведения производства и опасных для людей, 4) сокращаются потери полезных ископаемых, 5) улучшается вентиляция. С другой стороны, получение закладочного материала, его перемещение к забоям и возведение закладки требуют лишнего, обычно значительных, расходов. Поэтому в каждом отдельном случае необходимо тщательно сравнивать в техническом и экономическом отношении систему разработки без закладки и с закладкой выработанного пространства. Закладка особо важна для мощных месторождений.

Сухая закладка. Источники закладочного материала могут находиться под землей или на дневной поверхности. К первым принадлежат: прослойки или включения пустых пород среди полезных ископаемых; боковые породы, добываемые при проходке выработок или в очистных забоях; иногда в выработанных пространствах проводятся специально слепые штреки (исключительно с целью добычи закладочного материала), горные мельницы (см. *Горные выработки*) или даже специальные камеры (напр. в массивах каменной соли, идущей на закладку при добыче калийных солей). Для получения закладочного материала на земной поверхности организуют открытые работы (карьеры) в местах залегания пород, добыча которых не представляет особых затруднений (песок, глина, разрушенные выветриванием на выходах более крепкие породы), по возможности ближе к выработкам, по которым производится спуск закладки в подземные работы. Добыча закладки в карьерах ведется приемами, принятыми для открытых работ (см. ниже). Реже представляется возможным добывать материал для закладки из других источников: старые отвалы пустых пород, отходы обогащения ф-к, отбросы химич. переработки, шлаки металлургич. заводов, шлаки из топок паровых котлов, строительный мусор и т. п. От места добычи к месту спуска в подземные работы закладочный материал транспортируется, в зависимости от местных условий, в больших ж.-д. саморазгружающихся вагонах, в рудничных вагонетках, подвесными дорогами и т. п.

[illegible]

Хорошая мокрая закладка	85 — 95
Сухая закладка при крутом падении:	
мелкозер. порода	75 — 85
порода в крупных кусках	60 — 75
Сухая закладка при пологом падении:	
при доставке закладки в выемочное	
поле извне	40 — 60
из источников закладки, находящихся	
ся в самом выемочном поле	15 — 30

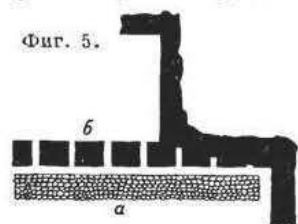
Гидравлическая (мокрая) закладка. Материал, предназначенный для закладки, смешивается с водой на поверхности или при глубинах, начиная с 300—400 м,

Полумокрая закладка состоит в том, что рыхлый закладочный материал в сухом виде размещается в выработанном пространстве последовательными слоями около 0,8—1,0 м и потом каждый раз заливается водой. Ее основной недостаток—необходимость транспорта закладочного материала вместо его автоматич. движения по трубам. Применяется редко.

Фиг. 4.

Часть этажа, заключенная между двумя соседними бремсбергами (или скатами), называется **в ы е м о ч н ы м п о л е м**, часть подэтажа между двумя бремсбергами называется **в ы е м о ч н ы м у ч а с т к о м**. Очистные забои образуют зигзагообразную линию, что способствует устойчивости кровли над очистными забоями; однако в последнее время, в особенности в Германии, при разработке пластов с полной закладкой забой делается совершенно прямолинейными. Такие забои

снабжают длинными конвейерами, выдающими уголь непосредственно на основной штрек, благодаря чему надобность в бремсбергах и промежуточных штреках отпадает. Нормально забои нижних (а не верхних) подэтажей идут впереди, чем достигается: наличие над очистными забоями каждого подэтажа невыработанной толщи угля, что существенно важно для устойчивости кровли в очистном забое; при движении вдоль забоев вентиляционной струи (направление к-рой на фиг. 4 показано стрелками) последние лучше омывает забои, не теряясь в выработанном пространстве; могущая быть вода в верхних горизонтах не попадает в забои ниже лежащих подэтажей. На фиг. 4 показано расположение очистных забоев по линии падения, но иногда при желании считаться с направлением кливажа они располагаются и диагонально по отношению к направлению падения. При горизонтальном залегании пластов для уменьшения среднего расстояния доставки в очистном забое промежуточные штреки целесообразнее подводить к серединам подэтажей. Так как при сплошной разработке штреки (и бремсберги) неизбежно оказываются окруженными выработанными пространствами, то с целью предохранить их от разрушения при обрушениях кровли они ограждаются или стенками, выложенными из кусков пустой породы *a* (фиг. 5), или целиками угля *b*. Существует довольно много способов расположения таких целиков и стенок. Отбойка угля в очистных забоях только изредка при очень мягком угле производится непосредственно кусок за куском, обычно же предварительно делается *вруб* (см.). При ручной работе вруб обычно бывает глубиной 0,7÷1,0 м, высота его у забоя от 0,1 до 0,3 м, в глубину вруб сходит на-нет. Па и зарубчика в 1 смену назначается в зависимости от крепости угля и глубины вруба 2÷5 м (по длине забоя). В настоящее время ручная подрубка быстро вытесняется работой *врубных машин* (см.). При сплошной разработке наибольшее значение имеют тяжелые врубовые машины типа лонг-уолл, обычно делающие вруб на глубину от 1,3 до 1,5 м. Подрубленный уголь отделяется от общей массы ручными инструментами, отбойными пневматич. молотками (см. *Пневматический инструмент*) или, чаще, *взрывными работами* (см.). Для бурения шпуров при взрывных работах очень удобны и производительны ручные электросверла. Чтобы уголь меньше дробился, пользуются небольшими зарядами более слабых взрывчатых веществ (порох, динамиты с малым содержанием нитроглицерина, при наличии гремучего газа—предохранительные взрывчатые вещества, напр. гризутины). В Донецком бассейне на 1 т добытого угля расходуется 15—40 г взрывчатого вещества. О креплении очистных забоев см. *Рудничное крепление*.

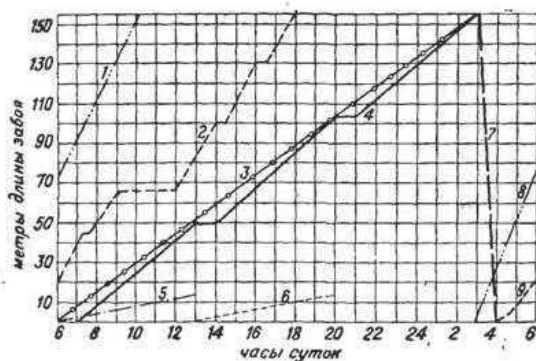


Сплошная система разработок может вестись с полной закладкой или без таковой. Очень широкое распространение эта система разработок имеет в Донецком бассейне, где работают как правило без закладки, за ис-

ключением тех случаев, когда закладочная порода попутно добывается из прослоек в пласте и сейчас же из забоя забрасывается в выработанное пространство. Так как такой породы почти всегда не хватает на полную закладку, то иногда ее выкладывают в правильно располагаемые столбы, поддерживающие кровлю. Иногда закладку получают из слепых штреков. В Рурском бассейне (Германия) подобная система разработок применяется с полной закладкой. Доставляемая по верхнему штреку порода распределяется вдоль забоя помощью качающихся конвейеров. О доставке добытого угля до штрека см. *Доставка рудничная*. Почти исключительно от способа доставки в забое высота подэтажа, т. к., начиная с некоторой вообще незначительной длины забоя, давление в нем кровли становится постоянным, независящим от высоты подэтажа. Если при случайной доставке длина забоя обычно бывает в пределах 20—50 м, то при доставке скреперами целесообразно эту величину увеличивать до 70—80 м, а при конвейерах до 100 м. Если же ставить 2 или несколько конвейеров, вытянутых по одному направлению, снабженных отдельными моторами и передающих уголь друг на друга, то является возможность делать сплошные забои по 200, 300 и даже более м, в частности вовсе не разделяя этаж на подэтажи (т. н. д л и н н ы е л а в ы). Для доставки угля по промежуточным штрекам еще и ныне широко применяется ручная доставка; однако в последнее время существует стремление к механизации этой работы конвейерами или же небольшими установками с головным и хвостовым канатом. В отличие от доставки в забоях, на промежуточных штреках во многих повидимому случаях может оказаться целесообразным применение ленточных конвейеров.

В сплошных забоях, в частности механизированных, отдельные процессы работ периодически повторяются: после подрубки, отбойки и выдачи подрубленного угля следует новый вруб, отбойка и выдача и т. д. Все другие работы в забое—крепление, перестановка транспортных механизмов, возведение закладки и другие—также повторяются в определенной последовательности. Иными словами, работы в забое укладываются в определенные *ц и к л ы*. Организация работ определяется наиболее простой, если последовательность отдельных операций угледобычи и циклов в целом определенным образом приурочивается к распределению рабочих смен. Так, если операции угледобычи повторяются каждые сутки, то говорят о *с у т о ч н о м ц и к л е* работ в забое. Известны примеры организации работ, рассчитанных на 1½ цикла в сутки, на 1 цикл в смену. При коротких забоях при столбовых системах разработки бывают даже в 2 цикла в смену. Выполнение установленных циклов в забоях в назначенное время крайне важно. Если какая-либо операция выполняется несвоевременно, то она задерживает другие, с ней связанные операции, и т. о. установленный цикл будет нарушен, производительность забоя упадет. Т. к. механизированные забои, особенно большой длины, имеют очень большую нормальную производительность, то срыв работы в таком забое заметным образом отразится на добыче всей шахты. По этим причинам чрез-

вычайно существенно хорошо продуманная организация работ в механизированных забоях. Отдельные операции работ должны правильно сочетаться или следовать друг за другом, на каждую из них должно быть назначено соответствующее число людей должных квалификаций, производительность механизмов д. б. достаточна. Распределение работ по времени д. б. по возможности уплотнено и простой механизмов доведен до минимума. Использование механизмов достигнет максимума, если выдача угля из забоя будет происходить непрерывным потоком.



Фиг. 6.

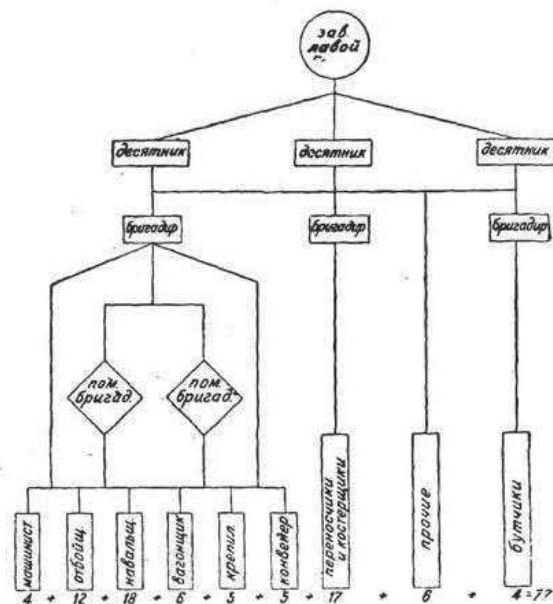
Наибольшие затруднения при практич. осуществлении идеи непрерывного потока в механизированных забоях возникают из-за условий управления кровлей, т. е. из-за необходимости производить периодическую посадку кровли, если работа ведется без закладки. Т. о. механизированный забой должен работать по определенному расписанию, нередко довольно сложному, поскольку приходится согласовывать работу многих людей различных специальностей и квалификаций, ряда механизмов и разнородных работ. Поэтому такое расписание бывает более наглядно, если его выполнить в виде планов и графиков. Графич. изображения следует сопровождать и цифровыми показателями тех производительностей отдельных категорий рабочих и всего забоя в целом, какие обеспечиваются выполнением графиков. Эти цифры необходимы для плановых и сметных расчетов и служат для контроля успешности выполнения работ в забое. Организацией работ, т. е. наиболее рациональной последовательностью выполнения операций угледобычи, правильной расстановкой рабочей силы, наибольшим использованием механизмов, уплотнением рабочего времени, максимальным осуществлением принципа непрерывного производства и непрерывного потока, можно достичь огромных результатов в отношении эффективности и экономичности работы забоя, даже не вводя в работу каких-либо новых типов механизмов или технич. приемов. Именно по этому пути пошли те многие организаторы и рационализаторы добычи в механизированных забоях каменноугольных рудников СССР, имена которых в последние годы приобрели широкую известность (Косауров, Карташев и др.).

В качестве примера техники и организации работ в механизированных забоях приведем простейший случай одного цикла в сутки работы в забое в сутки на шахте № 5 Петровского шахтоуправления Сталинского рай-

она в Донецком бассейне при разработке пологопадающего, спокойно залегающего пласта мощностью в среднем 1,08 м. Почва и кровля средней устойчивости. Длина сплошного забоя 155 м. Угледобыча механизирована электрич. врубовыми машинами лонг-уолл и качающимися конвейерами. Закладка над нижним штреком получается из специального слепого штрека. Распределение различных работ по длине лавы в течение суток и их взаимное сочетание наглядно изображаются на плане фиг. 6, где 1—переноска рештаков, 2—подрубка, 3—выгрузка угля, 4—крепление, 5—бурение породы, 6—закладка, 7—спуск машины, 8—переноска рештаков, 9—подрубка. Число и категории рабочих и организация надзора в течение суток даются схемой фиг. 7, а распределение людей по сменам и порядок оплаты их труда ясны из графика выходов фиг. 8. Наконец основные показатели выражаются следующей таблицей:

Показатели	По графику	Фактич. за декабрь 1930 г.
Длина забоя, м	155	155
Глубина вруба, м	1,39	1,39
Производит. пласта, т	1,25	1,25
Циклов в мес.	30	21
Подвиг. забоя в мес., м	41,7	29,3
Суточная добыча, т	269	189
Суточная добыча, вагончиков	418	315
Месячная добыча, т	8 070	5 676
" произв. маш., т	8 070	5 676
Штат в работе	77	58
Суточн. произв. труда, т	3,49	3,25
Средн. мес. заработок, р.	84,50	89,00

Приведенные цифры в связи с фиг. 6, 7, 8 и 9 рисуют довольно полную картину организации работ в забое и могут служить базой для разнообразных технико-экономич. подсчетов и сопоставлений. При организации работ



Фиг. 7.

не в 1, а в 1½ или 2 цикла в сутки, а тем более при непрерывном потоке в буквальном смысле, организация работ в забое получается более сложной, но принцип ее графич. изображений остается прежним. На фиг. 9 (где 1—переноска крепления, 2—закладка, 3—отбойка и уборка угля, 4—доставка леса, 5—вруб, 6—закладка, 7—переноска рештаков, 8—отбойка и уборка угля, 9—бурение

шпуров, 10—отбойка и уборка угля, 11—доставка леса, 12—вруб, 13—переноска рештаков, 14—переноска крепления, 15—паление шпуров) дана планограмма работ в забое пологопадающего пласта при длине лавы в

живых породах при пологом или наклонном залегании. Благодаря длинным сплошным забоям эта система чрезвычайно благоприятна для механизации—применения врубовых машин и конвейеров. К новейшим идеям при

Наименование квалификации		оплата по стажам	ГРАФИК ВЫХОДОВ																								Фактическая стоимость цикла по существующим нормам и ценам				
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	единиц измерен	норма	цена	сумма
машинист вруб машины	2	4,80																										на паре	13,8	40,22	
помощн. машиниста	2	3,75																										п. метр	36	27,0	119,62
отбойщики	12	4,0																										вагон	24	9,0	15,0
навалыщики	18	3,0																										упр.	-	27,0	10,000
вагонщики	6	2,60																										шт.	70	43,0	43,00
крепыльщики	5	3,0																										перен.	-	28,7	11,00
костерщики	5	2,60																										упр.	-	3,75	22,50
переносчики	12	2,60																										"	-	-	-
конвейерщики	5	2,20																										п. м.	1,35	6,0	10,60
эл. слесаря	6	3,75																													
бурильщики	1	2,85																													
бутчики	3	2,60																													
	77																														271,0

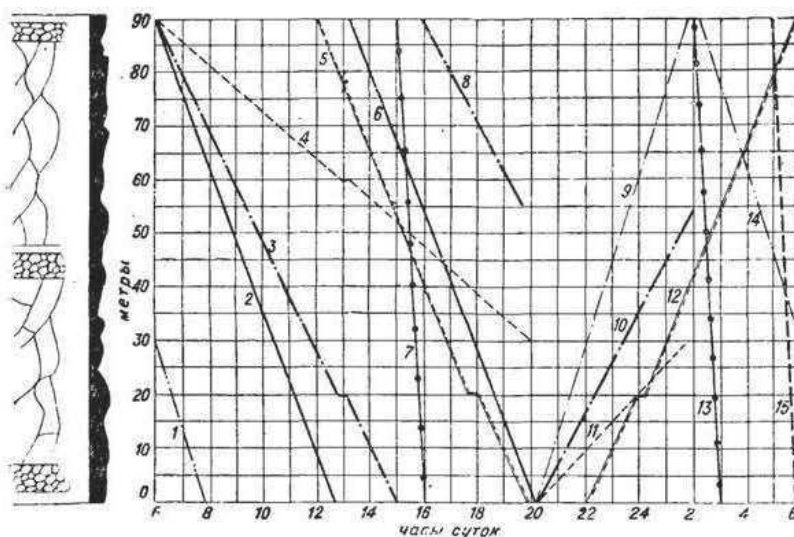
Фиг. 8.

90 м при двух циклах в сутки. Использование времени здесь весьма уплотнено, а простои механизмов доведены до минимума.

По мере продвижения вперед очистных забоев длина промежуточных штреков (а также откаточных путей) все увеличивается, почему является необходимым проводить новый

разработку длинными сплошными забоями надо отнести: стремление к длинным лавам и цикличность работ, т. е. планомерное чередование всех работ в забое через определенные промежутки времени. До сего времени считается вполне удовлетворительным суточный цикл работ в механизированном очистном забое, но уже появилось

стремление добиваться двух циклов в сутки; для цикличности работ и планомерного управления кровлей весьма важно систематич. крепление забоев, увязанное с работой и перестановкою механизмов; для производительности и безопасности работ важно достаточно яркое электрич. освещение забоев. Изредка находит применение система разработки, совершенно аналогичная описанной, но с направлением выемки по восстанию или диагональному направлению в соответствии с желанием считаться с ясно выраженным кливажем. При горизонтальном или близком к горизонтальному залегании пласта, когда понятие простирания и падения вовсе или почти

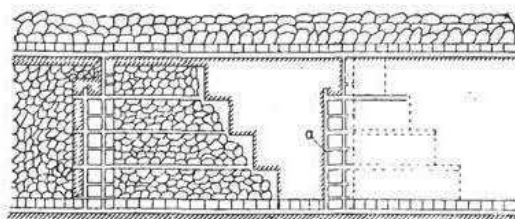


Фиг. 9.

бремсберг. По идее сплошной разработки этот бремсберг должен проводиться в выработанном пространстве, что иногда и делается. Но так как проведение бремсберга с путевым ходком при нем через обрушенное пространство—работа очень медленная, то в настоящее время, обычно даже при сплошной разработке, бремсберги а (фиг. 10) заблаговременно проводятся среди невыработанных толщ угля. Такую систему разработки по характеру подготовительных работ надо считать переходной к столбовым системам (см. ниже).

Описанная система разработки в соответствии с направлением движения очистных забоев называется сплошной разработкой по простиранию. Область ее применения: тонкие пласты, не свыше примерно 1 м, залегающие в относительно устой-

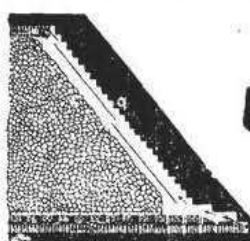
утрачивается, сплошные забои могут развиваться во все стороны от шахты б. или м. равномерно. При крутом падении пластов сплош-



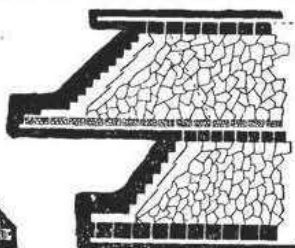
Фиг. 10.

ная система разработки получает своеобразные особенности. Выемка угля ведется в по толкоуступном забое (фиг. 11), который имеет

вид опрокинутой лестницы. В каждом уступе находится один забойщик, предохраняемый формой забоя от ударов кусков угля, которые отбиваются в вышележащих уступах и при крутом падении немедленно падают вниз. Ручная отбойка угля в потолкоуступном забое в последние годы все больше вытесняется работой с пневматическими отбойными молотками, сильно (при благоприятных условиях) повышающими производительность забойщика (на 50—100% и более). Наибольший эффект отбойные молотки дают при угле не слишком крепком, трещиноватом. В очень крепком, слитном угле отбойка ведется взрывчатыми веществами. Тщательное и своевременное

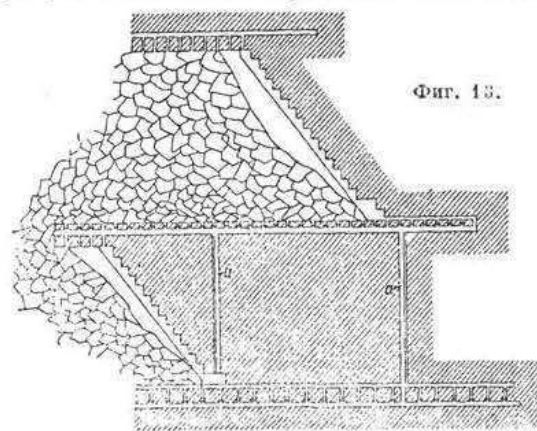


Фиг. 11.



Фиг. 12.

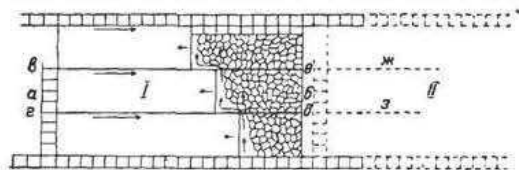
крепление забоев, так же как и закладка выработанного пространства при крутом падении, еще более существенно, чем при пологом, т. к., во-первых, при крутом падении могут обрушаться не только породы висячего бока, но и сползать породы лежащего и, во-вторых, какая-либо в одном месте упавшая глыба породы при скатывании вниз может повредить нижестоящую крепь и тем вызвать массовый завал. Забой крепится также рядами стоек, но кровля, а при слабости породы и почва, затягиваются обаноллами, досками или затылками. При работе без закладки требуется постановка передко большого числа



Фиг. 13.

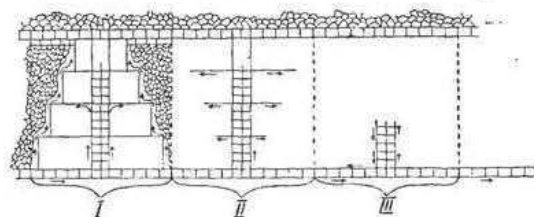
костров, к-рые как правило не переносятся и теряются. Отбитый в уступах уголь падает на поставленные вдоль забоя доски (решетки), по к-рым скатывается в нижнюю часть этажа, где через короткие скаты, снабженные люками, выпускается в вагончики, стоящие на откаточном штреке. Закладка при крутом падении легче (самотеком) размещается вдоль забоя, почему в этом случае она применяется чаще. Закладка особенно желательна при разработке пластов со слабыми, легко обрушающимися боковыми породами, пластов не очень тонких, залегающих под большим углом падения. При разработке с закладкой

потолкоуступный забой обычно делается прямолинейным на весь этаж (фиг. 11), для того чтобы закладочный материал, подаваемый через верхний штрек, легко было размещать в выработанном пространстве. При работе же с обрушением столь длинный прямолинейный



Фиг. 14.

забой был бы опасен, почему этаж разделяется на 2 (фиг. 12) или несколько подэтажей и следовательно общая линия забоев становится зигзагообразной, что содействует устойчивости боковых пород. Уголь, спускаемый из уступов верхнего подэтажа, откатывается по промежуточному штреку к забоям нижнего, по решатам которого и спускается на откаточный штрек. Для того же чтобы при менее устойчивых породах или более толстых производительных пластах иметь из верхнего

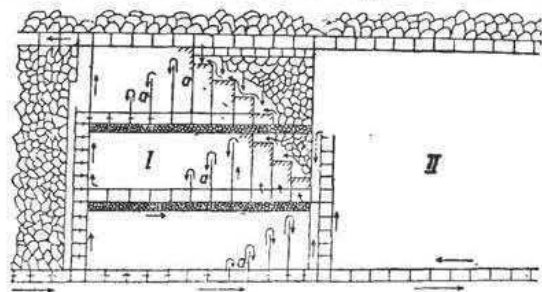


Фиг. 15.

подэтажа независимый выход, иногда проводятся т. н. передовые скаты *a* (фиг. 13). Следует упомянуть, что в последнее время существуют попытки механизировать врубовыми машинами работу в очистных забоях при крутых пластах, но надо считать пневматические отбойные молотки методом механизации при крутом падении гораздо более универсальным.

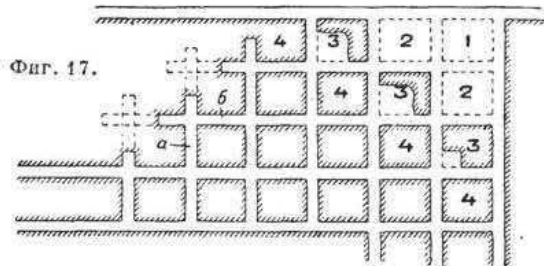
Столбовые системы разработки. Основное отличие столбовых систем разработки от сплошных состоит в том, что толща полезных ископаемых предварительно, до начала очистных работ, разделяется подготовительными выработками на отдельные части, т. н. столбы, имеющие вид прямоугольников. Следовательно подготовительные выработки за время их службы бывают окружены столбами полезных ископаемых, а не выработанными пространствами (как при сплошных системах разработки), и над ними не происходит массового оседания кровли. В этом и состоит основная идея столбовых систем. В зависимости от формы и расположения столбов возможно различать системы разработок длинными столбами по простиранию (фиг. 14 и 15), по восстанию (фиг. 16) и короткими столбами (фиг. 17). При всех этих системах разработки проведением бремсбергов *a*, *б* (фиг. 14) или скатов этаж разрезается на выемочные поля *I*, *II*..., которые в свою очередь промежуточными штреками подразделяются на выемочные участки (очертания *е* и т. д.). В пределах каждого выемочного поля сначала идет подготовка столбов проведением штреков *ж*, *з* от бремсберга, а затем столбы вырабатываются очистными работами

в обратном направлении. Поэтому для столбовых систем разработки очень важно правильное соотношение между подготовительными и очистными работами, состоящее в том, чтобы в каждый данный момент развитие подготовительных выработок гарантировало бы дальнейшее бесперебойное развитие очистных работ. Вместе с тем запас подготовительных



Фиг. 16.

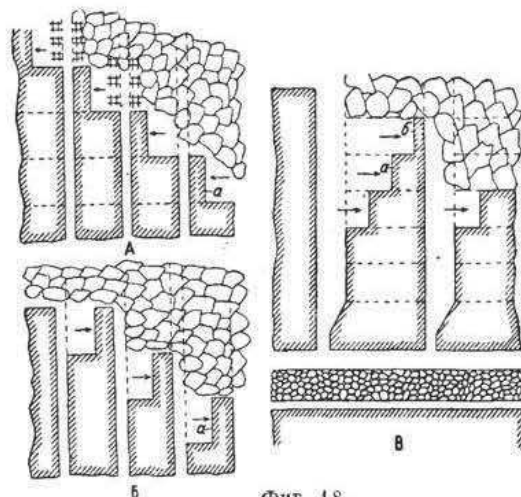
работ не должен быть излишним, так как это требует напрасного увеличения оборотного капитала. В виду многочисленности подготовительных работ при столбовых системах разработки следует обращать особое внимание на быстрое прохождение подготовительных выработок, почему механизация этих работ, особенно в крупных шахтах, приобретает особое значение. Наибольшее значение в настоящее время в этом отношении для работы в породе имеют пневматические бурильные молотки (в США) и погрузочные машины, а для работ по углю—врубковые машины типов, предназначенных для подготовок (см. *Врубковые машины*), а также погрузочные и комбинированные—врубковые и погрузочные машины (США). При столбовых системах разработки в отличие от сплошных надо считать нормальным тот порядок выемки подэтажей, когда раньше вырабатываются вышележащие подэтажи и следовательно забои верхних подэтажей идут впереди забоев нижних. Это требуется для того, чтобы рабочая часть бремсберга в период заканчивания данного выемочного поля находилась бы среди невыработанных толщ угля. Очистные работы могут развиваться не только по одну сторону от



Фиг. 17.

бремсберга (одностороннее бремсберговое поле), но и по обеим сторонам его (двустороннее бремсберговое поле). Двусторонние поля (фиг. 15) по сравнению с односторонними обладают преимуществом концентрации работ, но их главный недостаток—необходимость поддерживать бремсберг при заканчивании выемки данного бремсбергового поля среди выработанного пространства—проявляется в различной степени в зависимости от местных условий. Поэтому при более слабых породах и более мощных пластах, а также

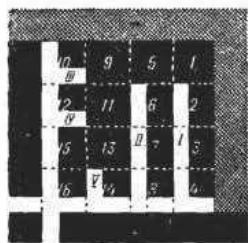
при более наклонном падении могут оказаться предпочтительнее односторонние поля. Теоретич. расчеты показывают, что длина при простирании двустороннего поля должна при прочих равных условиях превосходить длину одностороннего приблизительно в $\sqrt{2}$ раз. Что касается собственно очистных работ и в частности методов их механизации, то при разработке длинными столбами по простиранию столбы почти всегда, особенно при механизированном производстве, вынимаются сплошными забоями, ведение работ в которых почти не отличается от такового при сплошной системе. Но многочисленность подготовительных выработок требует тщательного проветривания их глухих забоев, в особенности в газовых рудниках. В новейшее время в этом отношении особое значение получили подземные переносные электровентиляторы. Разработка длинными столбами по простиранию применима при любых углах падения, но при крутом падении очистные забои делаются потолкоуступными. Эта система наиболее применима для пластов мощностью в 1—3 м,



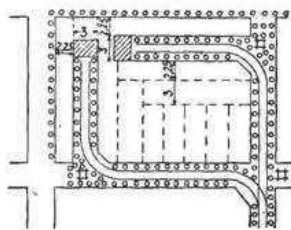
Фиг. 18.

залегающих в относительно устойчивых породах. При разработке длинными столбами по восстанию (фиг. 16) подготовительные работы, т. е. проведение этажных штреков, бремсбергов и промежуточных штреков, такие же, как и при разработке длинными столбами по простиранию, но каждый подэтаж разделяется п е ч а м и а (узкие штреки по углю) на длинные столбы, вытянутые по восстанию. Так как выемка каждого столба производится, начиная с его верхней части, то доставка угля к штреку происходит не в выработанном пространстве, как при сплошной системе разработки или при разработке длинными столбами по простиранию, а по печам, огражденным невыработанными частями столбов, в чем и заключается основная идея этой системы. В зависимости от ширины столбов, свойств кровли, направления клин-важ и способа работы—ручная или механизированная выемка—каждый столб может вырабатываться различно. В США эта система применяется при очень пологом падении с полной механизацией; столбы шириною ок. 25 м вырабатывают сплошными забоями (с расположением забоев по схеме фиг. 16). При ручной работе ширина столба делается обычно 8—12 м. Такой столб при благо-

приятных условиях иногда вырабатывается сплошным забоем, расположенным в зависимости от направления кливажа по простиранию или диагонально, но гораздо чаще, при менее устойчивых породах и при кливаже, близком к падению, или при отсутствии кливажа столбы вынимаются отдельными заходами *а* (фиг. 18, А) на всю ширину столба или на половину ширины. В одном столбе *м. б.* и несколько заходов (фиг. 18, В). Длина забоя заходок 3—10 м. Забой заходок могут двигаться от завала (фиг. 18, А) или к завалу (фиг. 18, Б). В последнем случае работа безопаснее, почему выемка к завалу предпочтительнее при менее устойчивой кровле, хотя обычно у границы с выработанным пространством приходится бросать *ножку* угля *б*—узкую полосу невыбранного угля. Применение разработки столбами по восстановлению в виду большого числа подготовительных, трудно проветриваемых выработок очень ограничено. При системе разработки короткими столбами подготовительные работы производятся аналогично предыдущим столбовым системам, но подэтажи путем проведения выработок *а* (фиг. 17) по восстановлению (печи) и выработок *б* по простиранию (просеки) разрезаются на короткие столбы. Подэтажи как правило вырабатываются, начиная с верхних, а столбы в подэтаже,—начиная с верхних и наиболее удаленных от бремсберга (цифры на фиг. 17). Это обеспечивает нахождение всех подготовительных выработок среди массивов угля. Система коротких столбов наиболее приспособлена к эксплуатации месторождений не тонких, залегающих в малоустойчивых боковых породах, с некрепким полезным ископаемым. Именно таким условиям удовлетворяют многие бурогольные месторождения, где короткие столбы квадратной формы со сторонами в 15—20 м приходится во избежание одновременного обнажения значительных площадей кровли вынимать отдельными частями, напр. в порядке, указанном римскими цифрами на фиг. 19. Аналогично по идее разделение при выемке коротких столбов на отдельные части и в Подмосковном бассейне. В США при разработке горизонтально залегающих каменноугольных пластов средней мощности выемка коротких столбов полностью механизмуется, напр. так (фиг. 20), что столб



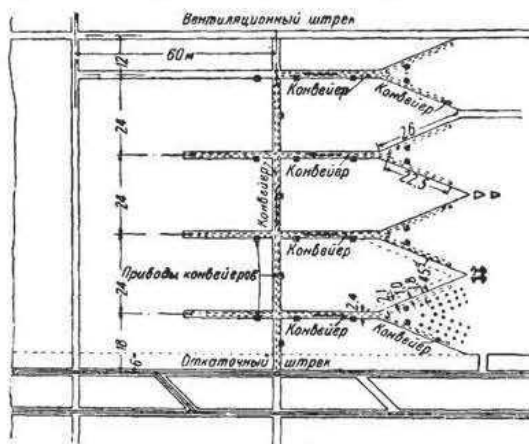
Фиг. 19.



Фиг. 20.

вынимается полосами все уменьшающейся длины, причем в забоях работают врубовые машины специальной конструкции (типа аркуолл), доставляемые к забою по рельсовым путям, по к-рым происходит и откатка угля от забоя непосредственно в рудничных вагончиках. При очень пологом залегании месторождений (примерно в пределах $2 \div 5^\circ$) иногда бывает желательно некоторые подготовительные выработки для облегчения от-

катки проводить не по простиранию или падению, а диагонально к этим направлениям. Поэтому получаемые при такой подготовке столбы называются *диагональными*. Их подготовка и выемка производятся вполне аналогично тому, как при длинных или коротких столбах. В русской литературе иногда можно встретить термин *и-с-и-с-е-м-а* разработки (главным образом в США). Все разработки, им обозначаемые, представляют собой одну из столбовых систем разработки, но со своеобразным взаимным расположением забоев в виде латинской буквы *V*, откуда и привилось название этой системы разработки. Обычно забои образуют пилообразную линию с симметричными (фиг. 21) или несимметричными зубцами (т. н. полуи-система).

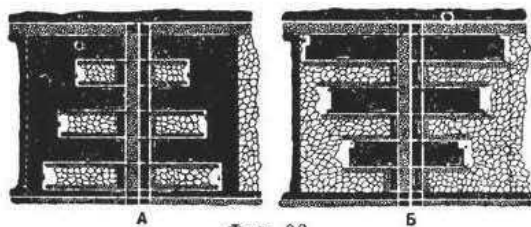


Фиг. 21.

Диагональное расположение забоев по отношению к оси столба обуславливает при прочих равных условиях быстрое продвижение забоев, что в связи с концентрированным расположением последних обуславливает большую производительность выемочных полей и при надлежащей механизации значительно увеличивает производительность рабочих. К недостаткам подобной системы надо отнести: 1) необходимость строгого согласования всех работ в отдельных участках выемочного поля; 2) необходимость быстрого продвижения подготовительных работ; 3) невозможность ставить забои по кливажу; 4) трудности управления кровлей; 5) затруднения с вентиляцией; 6) при работе столбами по восстановлению при притоке воды последняя идет по очистным забоям. Поэтому на практике описанное выше расположение забоев несмотря на отмеченные достоинства его применяется в редких случаях.

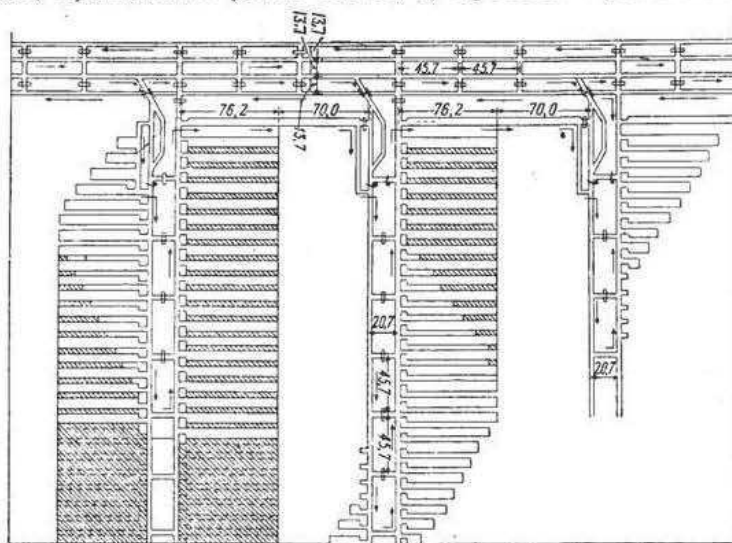
Комбинированные системы разработки. Принципы, положенные в основу двух главных типов системы разработки—сплошной и столбовой,—иногда при надлежащих условиях бывает целесообразно применять в одной какой-либо системе. Такие системы называются комбинированными, или смешанными. Приведем два примера: фиг. 22 изображает комбинированную систему разработки—сплошную и длинными столбами по простиранию. Как и при столбовых системах, этаж предварительно разбивается на бремсберговые поля, но каждое крыло поля вырабатывается частью (через подэтаж) сплошными забоями, с направлением их движения

от бремсберга к границам поля (фиг. 22, А), частью же длинными столбами (фиг. 22, Б), выработываемыми в обратном направлении. За каждым из упомянутых очистных забоев ведутся параллельно два штрека, верхний и



Фиг. 22.

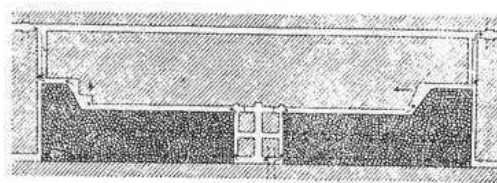
нижний, почему эта система получила в Донском бассейне очень характерное название системы парных штреков. Её достоинства: 1) отсутствие промежуточных штреков, проходимых узким ходом; 2) простота



Фиг. 23.

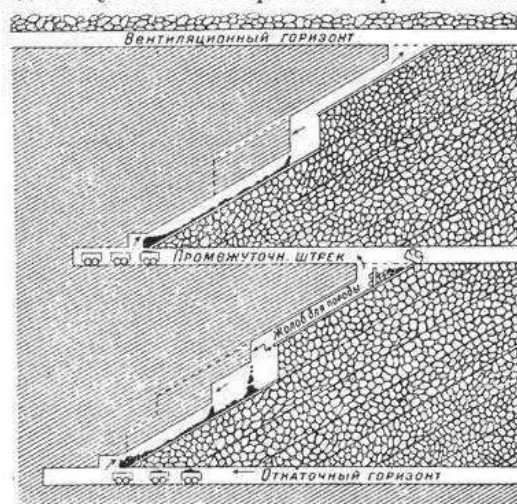
подготовительных работ. Наилучшие результаты эта система дает при разработке пластов ок. 1 м мощностью с падением не свыше 10—15°, залегающих в породах средней устойчивости. Эта система мало пригодна для механизации. В США широчайшим распространением пользуется камерно-столбовая система разработки, сущность которой заключается в том (фиг. 23), что от штреков проводятся камеры шириною 4—12 м, отделенные друг от друга столбами примерно такой же ширины. Длина камер достигает 70—100 м. Для образования целиков у штреков каждая камера сначала ведется узким ходом, а потом расширяется. Междуканальные столбы по мере возможности выработываются. Общее направление выемки камер идет от главной откаточной выработки к границам поля, что касается столбов, то их выработка идет или вслед за выемкой камер (средняя часть фиг. 23) или обратным ходом (нижняя часть фиг. 23). Так как выемка угля в камерах происходит в относительно узких забоях, окруженных столбами угля, то наблюдается очень слабое давление пород, что обуславливает малый расход (на крепление) лесных материалов. Зато в период выемки столбов наступает сильное давление кровли, почему как правило столбы выраба-

тываются с большими потерями. В США эта система применяется преимущественно для разработки горизонтально залегающих пластов средней мощности. Многие америк. машины для угледобычи и предметы шахтного



Фиг. 24.

оборудования приспособлены именно к этим условиям (врубные машины шорт-уолл и лонг-уолл, погрузочные машины, комбинированные машины, большегрузные низкие и широкие вагонетки). Но камерно-столбовая система применяется и для мощных крутопадающих пластов (см. ниже). В самые последние годы камерно-столбовая разработка находит широкое применение в Черемховском каменноугольном бассейне. Системы разработки, называемые в Вестфалии Stossbau и Schrägbau, по характеру подготовительных работ приближаются то к сплошным то к столбовым системам, но в виду своеобразного расположения очистных забоев заслуживают особого наименования. Их сущность всего лучше может быть выражена по-русски, для первой—термином выемка полосами (фиг. 24), а для второй—выемка диагональными полосами (фиг. 25). Разработка ведется с полной закладкой. Уголь, вырабатываемый в забое полосы, откатывается по штреку к скату (или бремсбергу), а закладка спускается с верхнего штрека по скатам



Фиг. 25.

у границ выемочного поля и идет вслед за выемкой угля. Смысл системы разработки диагональными полосами ясен из фиг. 25. Очевидно, что органич. недостатком выемки полосами яв-