

622.33  
Е302

П.В. ЕГОРОВ, А.И. НАБОКОВ, К.А. ФИЛИМОНОВ



# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАХТ**

**ШАХТНЫЕ СТОЛЫ, ОКОЛОСТВОЛЬНЫЕ  
ДВОРЫ И ПОВЕРХНОСТЬ ШАХТ**

**Часть 3**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**КЕМЕРОВО 2003**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная шахта — это предприятие со сложной технологической инфраструктурой. Для эффективной работы шахты необходимо надежное функционирование всех ее звеньев. Важнейшая роль в этом принадлежит элементам инфраструктуры шахты, обеспечивающим связь подземных горных работ с дневной поверхностью, — шахтным стволам, а также непосредственно связанным с ними околоствольному двору и технологическому комплексу поверхности шахты.

Целью настоящего учебного пособия является изложение в доступной для студентов форме вопросов проектирования вертикальных и наклонных стволов, транспортных выработок и камер околоствольных дворов, а также вопросов выбора конфигурации околоствольных дворов в зависимости от горно-геологических условий и ее увязки с технологическим комплексом поверхности шахты.

В первой главе пособия рассмотрены вопросы крепления, расчета площади поперечного сечения и пропускной способности стволов. Кроме того, приведены различные сечения вертикальных и наклонных стволов, на которых показаны примеры размещения оборудования.

Вторая и третья главы посвящены проектированию транспортных выработок и камер околоствольных дворов. Рассмотрены наиболее характерные конфигурации околоствольных дворов угольных, рудных и гидрошахт при вскрытии шахтного поля вертикальными и наклонными стволами, а также при комбинированном вскрытии. Проанализированы факторы, влияющие на выбор конфигурации околоствольного двора и его привязки к главной транспортной выработке шахты.

В заключительной главе приведены общие принципы проектирования технологического комплекса поверхности шахты и его увязка с околоствольным двором.

Пособие предназначено для студентов горных специальностей и может быть использовано при изучении дисциплин "Проектирование шахт", "Поверхностная разработка пластовых месторождений", "Подземная разработка рудных месторождений", "Основы горного дела", а также при дипломном проектировании.

# 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ

## 1.1. Общие сведения

Вертикальная или наклонная горная выработка, имеющая значительную протяженность (глубину) при сравнительно ограниченных размерах поперечного сечения, а также непосредственный выход на земную поверхность, называется стволом шахты или рудника.

Назначение стволов различно. Так, стволы служат для вскрытия месторождений полезных ископаемых, для подъема полезных ископаемых на земную поверхность, для спуска и подъема людей, материалов, оборудования, для подачи свежего воздуха при проветривании подземных выработок, для выдачи породы, воды и т. д.

Различают главные и вспомогательные стволы. Главный ствол служит для подъема полезных ископаемых и породы (скиповой или конвейерный). На шахте, как правило, один главный ствол. Вспомогательный ствол (или несколько стволов) служит для подачи свежего воздуха в подземные выработки, подъема и спуска людей, материалов и оборудования и т. д. Большинство шахт имеет несколько вспомогательных стволов (клетевой, вентиляционный, воздухоподающий и т. д.). При большой мощности шахт и применении блоковой схемы подготовки необходимо иметь в каждом блоке блоковые стволы. При разработке свит крутых пластов часто сооружают три ствола, один из которых служит для подготовки нового горизонта (углубки).

Размеры, форма сечения и глубина стволов определяются многими факторами: условиями вскрытия месторождения, производственной мощностью шахты или рудника, физико-механическими и гидрогеологическими свойствами пересекаемых пород, режимом вентиляции подземных работ (газоносностью месторождения), сроком эксплуатации ствола и др.

Перейдя к общей технической характеристике стволов, можно отметить, что при разработке месторождений полезных ископаемых в связи с постоянным понижением горизонта разработки (в угольной промышленности 10-15 м, а в рудной до 23-25 м в год) и увеличением производственной мощности глубина и площадь сечения стволов увеличиваются. Так, например, в дореволюционное время в Донбассе свыше 60 % стволов имели глубину до 200 м, в настоящее время средняя

глубина сооружаемых стволов в Донбассе достигает 700 м. Ряд стволов шахт Донбасса имеет глубину стволов свыше 1000 м. Так, например, глубина скипового ствола на шахте "Прогресс" составляет 1319 м, на шахте им. Скочинского – 1300 м, глубина вентиляционного ствола на шахте "Шахтерская – Глубокая" 1310 м и др. В горнорудной промышленности на руднике "Таймырский" (Норильск) вентиляционный ствол имеет глубину 1630 м. В зарубежной практике (ЮАР) ствол Клооф имеет глубину 2040 м, Ваал Рифе – 2438 м, Вестерн Дип – 3480 м.

## 1.2. Форма сечения и конструкция крепи стволов

Выбор формы сечения стволов обуславливается рядом факторов, из них наиболее важными можно признать: срок службы стволов, ожидаемый приток воды при сооружении стволов, материалы крепи и производственная мощность шахт.

На первых этапах развития горного дела при весьма ограниченной производственной мощности шахт, малой глубине стволов и небольшом сроке эксплуатации шахт стволы были прямоугольной формы поперечного сечения и даже не имели крепи, например, в Донбассе в дореволюционное время без крепи было пройдено 38 стволов и шурфов общей глубиной 1125 м.

В связи с увеличением производственной мощности шахт, сроков их эксплуатации и глубины стволов возникла необходимость иметь большую площадь поперечного сечения стволов и возводить крепь. Первоначальным материалом крепи стволов было дерево, что вызвало необходимость иметь сечение стволов прямоугольной формы.

Учитывая малую прочность деревянной крепи и принимая во внимание тяжелый режим ее эксплуатации в стволе (наличие горного давления, приток воды, огнеопасность), а также значительные затраты на ремонт, в настоящее время деревянная крепь в стволах не имеет применения.

Использование для крепи стволов прямоугольной формы сечения металлических балок нецелесообразно из-за их большой стоимости, а также быстрого разрушения в результате коррозии металла.

В настоящее время вертикальные стволы имеют круглую форму сечения в сочетании с крепью из долговечных материалов (монолитно-



го бетона, кирпича, бетонных блоков и т. п.). Этим материалам свойственна весьма значительная сопротивляемость усилиям сжатия (при круглой форме сечения стволов напряжения сжатия проявляются в конструкциях крепи в наибольшей степени). К преимуществам круглой формы сечения следует отнести малое аэродинамическое сопротивление при движении воздуха для проветривания подземных выработок. Наклонные стволы, как правило, имеют арочную или сводчатую форму сечения и крепятся арочной крепью с железобетонной затяжкой, тубингами, монолитным бетоном или железобетоном и т.п.

*Конструкция крепи стволов.* В современной практике сооружения вертикальных стволов в устойчивых породах при ограниченных притоках воды в качестве материала крепи почти исключительное применение имеет монолитный бетон. Так, например, в угольной промышленности монолитным бетоном крепят 97-98 % вертикальных стволов, в горнорудной - 95 % и в горнохимической - 60 %. Такое же положение наблюдается и в зарубежной практике. Основными преимуществами монолитной бетонной крепи являются: надежная и плотная связь с окружающими породами, что позволяет не иметь опорных венцов; широкие возможности механизации работ при ее возведении; достижение высокой водонепроницаемости (особенно при наличии малого числа швов); стойкость против агрессивных вод; значительное снижение аэродинамического сопротивления и др.

При сооружении вертикальных и наклонных стволов в устойчивых породах при ограниченных притоках воды с целью создания изолирующей оболочки, воспринимающей давление со стороны горных пород и предохраняющей породы от влияния на них различных атмосферных агентов (воды, разности температур и др.), возможно применение в качестве крепи набрызгбетона. При наличии явно выраженного горного давления возможно сочетание набрызгбетона с металлической сеткой и анкерной крепью.

При наличии слабых и весьма водоносных пород применяют крепь из чугунных тубингов или стальных оболочек с заполнением пространства за крепью бетоном.

Толщину крепи стволов определяют в зависимости от горно-геологических условий и свойств пересекаемых стволом пород, его глубины и площади поперечного сечения. При пологом залегании пород в устойчивых породах при ограниченных притоках воды толщину бетонной крепи при наличии жесткой армировки на протяженных уча-

ствала принимают без расчета, только в зависимости от глубины расположения участка ствола (в пределах 200-300 мм). При соответствующих обоснованиях допускается принимать крепь из набрызгбетона толщиной 80-150 мм.

В малоустойчивых породах наряду с учетом горно-геологических факторов (наличие тектонических нарушений, угол падения пород, наличие напорных водоносных горизонтов), необходимо учитывать ряд технологических факторов. При производстве работ по выемке породы буровзрывным способом в результате воздействия взрывания шпуров, непосредственно примыкающих к контуру ствола, возникают нарушения ее сплошности, развиваются трещины, достигающие значительной глубины (до 0,5-0,7 м), что вызывает разрушение крепи. Расчет крепи стволов осуществляется СНиП II-94-80 "Подземные горные выработки". Крепь устья вертикальных и наклонных стволов обязательно сооружают из монолитного бетона или железобетона.

### 1.3. Армирование вертикальных стволов

Армирование стволов представляет собой пространственную конструкцию, которая размещается по всей глубине ствола и используется для заданного и безопасного направления подъемных сосудов (скипов и клетей) при движении их по стволу.

В зависимости от конструкции применяемой армировки она может быть жесткой или гибкой (канатной).

*Жесткая армировка* состоит из расстрелов и проводников (направляющих).

*Расстрелы* - горизонтально уложенные балки, закрепляемые в крепи ствола. Расстрелы являются основными несущими элементами армировки.

Проводники служат для перемещения в заданном направлении подъемных сосудов. Проводники крепят к расстрелам. Расстрелы располагают в одной горизонтальной плоскости в стволе, которая называется *ярусом армировки*. Расстояние между ярусами армировки принимается постоянным и называется шагом армировки.

При *гибкой армировке* в качестве проводников применяются канаты, и тогда расстрелы исключаются.

Основные требования, предъявляемые к армировке, сводятся к обеспечению безаварийной работы подъема при заданной скорости движения подъемного сосуда.

В практике строительства шахт в РФ наибольшее применение имеет *жесткая армировка*.

Широкое применение жесткой армировки обусловлено рядом ее преимуществ: отсутствием бокового смещения подъемных сосудов при движении по стволу; наличием малых зазоров между подъемными сосудами; возможностью работы подъема при наличии искривления ствола и др.

Жесткая армировка имеет и недостатки: большую металлоемкость; сложность монтажа; значительное сопротивление воздушной струе; коррозионное разрушение в результате притока агрессивных вод; возможность ударов подъемных сосудов на стыках проводников, что вызывает износ направляющих лап и уменьшает срок службы подъемных канатов. Правильно выбранный профиль балок расстрелов и проводников и особенно их тщательная и точная установка в стволе в значительной степени могут исключить указанные недостатки.

#### 1.4. Лестничное отделение вертикальных стволов

В соответствии с Правилами безопасности (ПБ), если двумя выходами на поверхность служат вертикальные стволы, то они должны быть оборудованы кроме механических подъемов (из которых один должен быть клетевым) еще и лестничными отделениями. Лестничное отделение в одном из стволов может отсутствовать, если в этом стволе имеются два механических подъема с независимым подводом энергии. Лестничное отделение в стволах глубиной более 500 м может отсутствовать, если в стволах имеется по два механических подъема с независимым подводом энергии, или каждый ствол оборудован кроме основного подъема ещё и инспекторским подъемом. Параметры лестничного отделения определяются ПБ: лестницы должны быть установлены с уклоном не более  $80^\circ$ ; над устьем ствола и над каждым полком в стволе лестницы должны выступать на 1 м или же над отверстием полка в крепь ствола должны быть заделаны скобы; размеры лазов по длине лестницы должны быть не менее 0,7 м, а по ширине не менее 0,6 м. Расстояние

между полками обычно принимают равным не более 8 м; расстояние от основания лестниц до крепи ствола не менее 0,6 м; ширина лестниц не менее 0,4 м, а расстояние между ступеньками 0,4 м. Отверстие над первой (верхней) лестницей должно быть закрыто лядой.

В стволах, закрепленных бетонной крепью, лестницы обычно изготавливают из металла, полки - из решетчатой рифленой стали толщиной 4-6 мм, а обшивка со стороны подъемного отделения - из металлической сетки.

На рис. 1.1 показано лестничное отделение в стволе.

Водоотливные трубы и кабели обычно прокладываются в клетевом стволе. Число ставов водоотливных труб составляет 2-3.

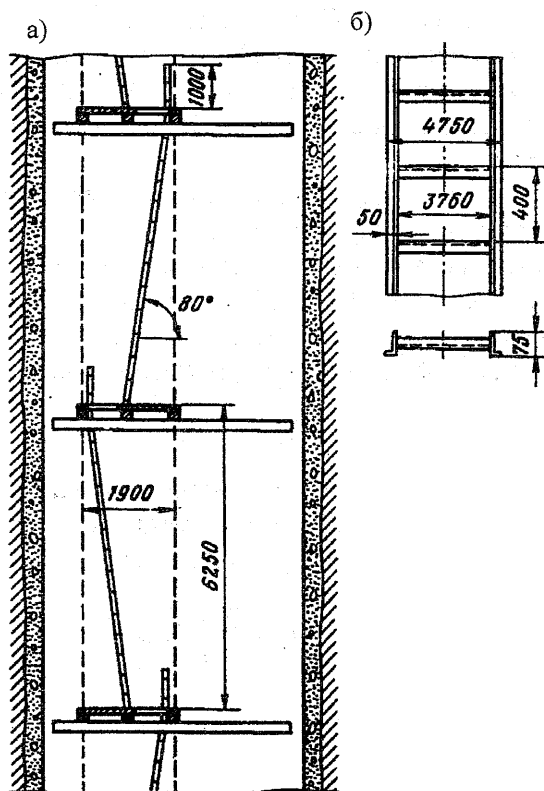


Рис. 1.1. Лестничное отделение в стволе:

а - общий вид; б - тетива лестницы

### 1.5. Определение поперечного сечения вертикального ствола, параметры подъема

Площадь сечения стволов определяется их назначением. Размеры сечения стволов, служащих для выдачи полезного ископаемого, зависят от проектной добычи ископаемого, выдаваемого через ствол, и глубины разработки. Размеры сечения вспомогательных стволов зависят от основных размеров клетей, в которых будут производить спуск и подъем оборудования и подземных рабочих, а также от количества воздуха, подаваемого для проветривания подземных выработок. Площади сечений стволов шахт в связи с ростом их производственной мощности увеличиваются. Так, если в 1960 г. средняя площадь сечения стволов в угольной промышленности была  $20,5 \text{ м}^2$ , то в настоящее время она составляет  $38,5 \text{ м}^2$ , соответственно диаметр ствола в свету 7 м, достигая на крупных шахтах площади сечения  $56,7 \text{ м}^2$ , или диаметр в свету 8,5 м (шахта "Распадская").

Размеры сечения подъемных стволов определяются основными размерами подъемных сосудов с учетом зазоров между ними, расстрелами и крепью ствола. В настоящее время подъем полезного ископаемого осуществляют обычно с помощью скипов и редко в вагонетках клетями. Вместимость скипа для выдачи полезного ископаемого определяют следующим образом. Полезная вместимость скипа,  $\text{м}^3$ :

$$Q_{ск} = Q_{гр} / \gamma, \quad (1.1)$$

где  $Q_{гр}$  – наивыгоднейшая грузоподъемность скипа, кг;  $\gamma$  – плотность поднимаемого угля (породы) в разрыхленном состоянии,  $\text{кг}/\text{м}^3$ . Для угля  $\gamma_{уг} = 900 \text{ кг}/\text{м}^3$ , для породы  $\gamma_{пор} = 1600 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

$$Q_{гр} = \frac{T + 10}{3,6} A_q, \quad (1.2)$$

где  $T$  – продолжительность одного подъема, с;  $A_q$  – производительность подъема, т за 1 ч.

$$T = 4\sqrt{H}, \quad (1.3)$$

где  $H$  – высота подъема, м.

$$H = H_{cm} + h_n, \quad (1.4)$$

где  $H_{cm}$  — глубина ствола шахты, м;  $h_n$  — высота приемной площадки над устьем ствола, м.

$$A_v = k A_z / (Nn), \quad (1.5)$$

где  $k$  — коэффициент неравномерности подъема (для угольного и породного подъема  $k = 1,5$ );  $A_z$  — годовая производственная мощность шахты, т;  $N$  — число рабочих дней в году (при проектировании новых и реконструкции действующих шахт  $N = 300$ );  $n$  — продолжительность работы подъема за сутки ( $n = 18$  часов).

Полученную расчетную величину  $Q_{ск}$  необходимо округлять до ближайших больших значений параметрического ряда скипов. Параметрический ряд угольных скипов вместимостью 11-35 м<sup>3</sup>: 11; 15; 20; 25 и 35 м<sup>3</sup>.

Выдачу породы на земную поверхность обычно также осуществляют с помощью скипов. Количество породы в зависимости от горных условий колеблется от 10 до 20 % добычи угля. Параметрический ряд скипов для выдачи породы вместимостью 5-15 м<sup>3</sup>: 5; 7; 9,5; 11 и 15 м<sup>3</sup>.

Вспомогательные стволы обычно оборудуют клетевым подъемом. Размеры клеток определяют по основным размерам принятых вагонок.

Площадь пола клетки должна обеспечить такое размещение людей, чтобы продолжительность спуска смены рабочих была не более 30 мин:

$$\frac{M}{m} t_n \leq 1800, \quad (1.6)$$

где  $M$  — число рабочих, занятых на подземных работах в смену;  $m$  — число рабочих, одновременно находящихся в клетях;  $t_n$  — продолжительность одного подъема клетки с людьми, с.

Число рабочих, одновременно находящихся в клетях, определяется из условия, что на 1 м<sup>2</sup> полезной площади пола клетки размещаются пять рабочих. При принятой площади пола клетки  $S_{кл}$  число одновременно размещаемых рабочих:

$$m = 5 S_{кл}. \quad (1.7)$$

Продолжительность одного подъема клетки с людьми:

$$t_{\text{л}} = t'_1 + t'_0, \quad (1.8)$$

где  $t'_1$  — время чистого подъема людей в клет, с;  $t'_0$  — продолжительность посадки в клет, с.

Продолжительность посадки каждого человека может быть принята равной 5 с.

Следовательно:

$$t_{\text{л}} = t'_1 + 5m/5 = t'_1 + m \quad (1.9)$$

$$t'_1 = (1800 - M)m / M. \quad (1.10)$$

Согласно ПБ при подъеме и спуске людей, наибольшая скорость движения клетей не должна превышать 12 м/с.

При движении подъемных сосудов в стволе должна быть исключена возможность столкновения их между собой или задевания за армировку и стенки ствола. Допускаемые зазоры между максимально выступающими частями подъемных сосудов, крепью и расстрелами ствола определяются ПБ. В табл. 1.1 приведены примеры допускаемых зазоров.

Таблица 1.1

Зазор	Величина зазора, мм, при концевой нагрузке, кН					
	250-500	менее 250	250-375	375-500	500-750	750-1000
Между движущимися сосудами:						
минимальный	300*	300*	—	—	—	—
максимальный	600*	450*	500	550	600	650
Между крепью и подъемным сосудом:						
минимальный	250*	250*	—	—	—	—
максимальный	500*	360*	400	450	500	500

\* Зазоры в грузоподъемных стволах. Остальные величины для грузовых стволов.

Также необходимо иметь зазор от силового кабеля до подъемного сосуда не менее 500 мм и до трубопровода не менее 200 мм. Противовес одноконцевого подъема должен иметь площадку для осмотра крепи

и оборудования ствола площадью не менее  $0,6 \text{ м}^2$ , один из размеров площадки должен составлять не менее  $0,7 \text{ м}$ . Запрещается прокладка в стволах трубопроводов высокого давления (свыше  $6,4 \text{ МПа}$ ) против торцовых сторон клетки.

Наряду с использованием стволов для выдачи полезного ископаемого, породы, а также спуска и подъема людей они используются также для целей вентиляции. Воздух в шахту подается по вспомогательным стволам (клетевому, воздухоподающему и т.д.).

Скорость движения воздуха по стволу не должна превышать допустимую ПБ. Нормы предельно допустимых скоростей движения воздуха  $v$ , м/с, по стволу определяются в зависимости от назначения ствола:

стволы, не оборудованные подъемом .....	15
стволы для спуска и подъема грузов .....	12
стволы для спуска и подъема людей и грузов .....	8

Площадь сечения ствола по фактору проветривания шахты можно определить по формуле

$$S = Q_{\text{ш}} / (60v), \quad (1.11)$$

где  $S$  — площадь сечения ствола,  $\text{м}^2$ ;  $Q_{\text{ш}}$  — общее количество воздуха, направляемого через ствол в шахту,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;  $v$  — скорость движения воздуха по стволу, м/с.

Учитывая, что количество воздуха, направляемое через ствол, может достигнуть весьма большой величины, снижение аэродинамического сопротивления можно обеспечить путем применения конструкции крепи стволов с гладкой внутренней поверхностью крепи. Так, например, бетонная крепь имеет коэффициент аэродинамического сопротивления  $\alpha = (2,5-3) \cdot 10^4$ , а при железобетонных или чугунных тубингах до  $(13-14) \cdot 10^4$ . Аэродинамическое сопротивление также может быть снижено благодаря применению расстрелов с обтекателями. Так, при бетонной крепи и расстрелах из двутавровых балок коэффициент сопротивления  $\alpha = (28,5-34,6) \cdot 10^4$ , а при расстрелах коробчатого профиля с обтекателями в тех же условиях  $\alpha = (10-13) \cdot 10^4$ . Еще большее снижение аэродинамического сопротивления (порядка 2–4 раз) будет обеспечивать канатная армировка.

В труднопроветриваемых шахтах, чтобы избежать нарушения проветривания в момент встречи подъемных сосудов в стволе, предусматривается увеличение диаметра в месте встречи на  $1-1,2 \text{ м}$  и по вы-



соте на участке длиной 12–15 м. Также необходимо иметь в виду, что большие скорости движения воздуха по стволу хотя и являются допустимыми, но требуют большого расхода энергии при работе вентилятора, увеличения его мощности. В связи с этим целесообразно наряду с определением площади сечения ствола по формуле (1.11) также определять его площадь сечения, при которой были бы минимальными: стоимость электроэнергии при работе вентилятора, капитальные затраты на сооружение вентиляционной установки, капитальные затраты на сооружение ствола. Для определения площади сечения ствола с учетом вышеизложенного приводим следующий расчет.

Стоимость электроэнергии при работе вентилятора за период эксплуатации шахты:

$$C = Q_e h c i u t_1 / (102 \eta), \quad (1.12)$$

где  $Q_e$  – подача вентилятора, м<sup>3</sup>/с;  $h$  – депрессия ствола, Па;  $c$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии;  $i$  – число суток работы вентилятора в год;  $u$  – число часов работы вентилятора в сутки;  $t_1$  – срок службы ствола, лет;  $\eta$  – КПД вентилятора.

Капитальные затраты,  $p$ , на сооружение вентиляционной установки:

$$C_1 = Q_e h c_1 / (102 \eta), \quad (1.13)$$

где  $c_1$  – капитальные затраты,  $p$ , на 1 кВт установленной мощности.

Капитальные затраты на сооружение ствола:

$$C_2 = H_{cm} S c_2, \quad (1.14)$$

где  $H_{cm}$  – полная глубина ствола, м;  $S$  – площадь сечения ствола в свету, м<sup>2</sup>;  $c_2$  – затраты на сооружение 1 м<sup>3</sup> ствола в свету,  $p$ .

Затраты на ремонт крепи армировки ствола в период его эксплуатации можно не учитывать, так как эта величина практически не зависит от площади сечения ствола.

Депрессия вентиляционной струи по стволу шахты:

$$h = \alpha p H_{cm} Q_e^2 / S^3, \quad (1.15)$$

где  $\alpha$  – коэффициент аэродинамического сопротивления, Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;  $p$  – периметр ствола ( $p = 3,55 \sqrt{S}$ ).

Тогда

$$h = 3,55\alpha H_{cm} Q_0^2 / S^{2,5}. \quad (1.16)$$

Подставив значение  $h$  в уравнения для  $C$  и  $C_1$  и разделив на  $H_{cm}$ , получим затраты на 1 м ствола:

$$C + C_1 = \frac{\alpha Q_0^3}{S^{2,5}} \left( \frac{3,55 c_{int_1}}{102\eta} + \frac{3,55 c_1}{102\eta} \right). \quad (1.17)$$

Обозначив в формуле (1.17) выражение в скобках через  $a$ , получим

$$C + C_1 = \alpha a Q_0^3 / S^{2,5}. \quad (1.18)$$

Суммировав с затратами  $C_2$ , отнесенными также к 1 м ствола, получим

$$\Sigma C = C + C_1 + C_2 = \alpha a Q_0^3 / S^{2,5} + c_2 S. \quad (1.19)$$

Для определения площади сечения ствола, обеспечивающей получение минимума расходов по его сооружению и проветриванию, приравняем нулю первую производную:

$$\frac{d\Sigma C}{dS} = 0 \quad \text{или} \quad \Sigma C' = 2,5\alpha a Q_0^3 / S^{3,5} + c_2 = 0.$$

Отсюда

$$S = \sqrt[3]{2,5\alpha a Q_0^3 / c_2}. \quad (1.20)$$

## 1.6. Типизация сечений вертикальных стволов

При строительстве стволов, а также при их эксплуатации используется большое количество различных машин и оборудования, поэтому возникает необходимость разработки таких сечений стволов и такого размещения в них подъемных сосудов, армировки и оборудования, при которых бы создавались возможности иметь минимальное число типо-

размеров этого оборудования и наибольшие удобства при их эксплуатации. Так, например, при строительстве стволов необходимо иметь типовое проходческое оборудование, т. е. определенные типоразмеры предохранительных и подвесных полков, натяжных и основных рам, передвижных опалубок, различных подъемных устройств, люлек для армирования стволов и др.

Южгипрошахтом Минуглепрома СССР был разработан параметрический ряд вертикальных стволов с жесткой армировкой для условий Донецкого, Кузнецкого и Карагандинского угольных бассейнов. При этом были приняты следующие - исходные данные:

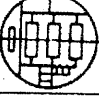
производительность шахт 1,2–3,6 млн т в год;

глубина ствола 600 м при одноканатном подъеме и 1200 м при многоканатном;

стволы диаметром в свету 6–8 м с градацией через 0,5 м.










В табл. 1.2 приведены основные данные параметрического ряда сечений, расположения армировки стационарных подъемов клетевых стволов.

Таблица 1.2

Диаметр ствола, м	Схема армировки	Число подъемов	Число клетей	Тип подъема	Глубина ствола, м
6		1	2	Одноканат- ный	600
6		1	1	То же	1000
6,5		1	2	Одно- и мно- гоканатный	1200
7		2	2	То же	1200
7		2	2	"	1200
8		2	3	"	1200

В табл. 1.3 приведены данные параметрического ряда скиповых стволов.

Таблица 1.3

Диаметр ствола, м	Схема армировки	Число подъемов	Подъемные сосуды	Тип подъема	Глубина ствола, м
6		Угольный 1 Породный 1	2 скипа вместимостью 11; 15 или 20 м <sup>3</sup> 1 скип вместимостью 5; 7; 9,5 или 11 м <sup>3</sup>	Одноканатный	600
6,5		Угольный 1 Породный 1	2 скипа вместимостью 25 или 35 м <sup>3</sup> 1 скип вместимостью 9,5 или 11 м <sup>3</sup>	Многоканатный	1200
6,5		Угольный 1 Породный 1	2 скипа вместимостью 25 или 35 м <sup>3</sup> 1 скип вместимостью 9,5 или 11 м <sup>3</sup>	То же	1200
7		Угольный 2 Породный 1	2 скипа вместимостью 11; 15 или 20 м <sup>3</sup> 1 скип вместимостью 5; 7; 9,5 или 11 м <sup>3</sup>	Одноканатный	600
7		Угольный 1 Угольно-породный 1	2 скипа вместимостью 11; 15 или 20 м <sup>3</sup> 2 скипа вместимостью 11; 15 или 20 м <sup>3</sup>	Одно- и многоканатный	600 и 1200
7		Угольный 1 Угольно-породный 1	2 скипа вместимостью 25 или 35 м <sup>3</sup> 2 скипа вместимостью 11; 15 или 20 м <sup>3</sup>	Многоканатный	1200
7,5		Угольные 2 Породный 1	2 скипа вместимостью 11; 15 или 20 м <sup>3</sup> 1 скип вместимостью 11 или 15 м <sup>3</sup>	Одноканатный	600
7,5		Угольные 2 Породный 1	3 скипа вместимостью 25 или 35 м <sup>3</sup> 1 скип вместимостью 9,5; 11 или 15 м <sup>3</sup>	Многоканатный	1200
8		Угольные 2 Породный 1	3 скипа вместимостью 25 или 35 м <sup>3</sup> 1 скип вместимостью 11 или 15 м <sup>3</sup>	То же	1200

В горнорудной промышленности также приняты стволы круглой формы сечения. Стволы оборудуют скиповыми и клетевыми подъемными.

Наиболее характерные сечения стволов угольной и горнорудной промышленности представлены на рис. 1.2.

На рис. 1.2, а показано типовое сечение клетевого ствола, оборудованного двумя клетями и лестничным отделением. Диаметр ствола в свету 6,5 м. Расположение проводников лобовое. Клеть на вагонетку вместимостью 3,3 м<sup>3</sup> и ВДК-2,5.

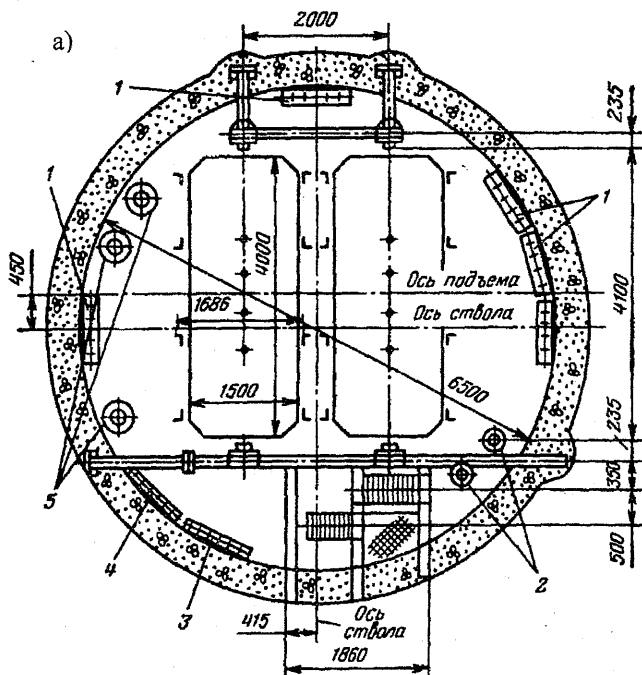


Рис. 1.2. Типовые сечения стволов:

а – ствол с двумя клетями, 1 – силовые кабели; 2 – трубы диаметром 150 мм для противопожарного водоснабжения; 3 – сигнальные кабели; 4 – телефонные кабели; 5 – трубы диаметром 250 мм для водоотлива; 6 – возможное размещение проходческой бабьи вместимостью 3 м<sup>3</sup> и вентиляционной трубы на II период строительства; 7 – скипы для угля вместимостью 25 или 35 м<sup>3</sup>; 8 – трубы диаметром 350 мм для сжатого воздуха; 9 – скип для породы вместимостью 9,5 или 11 м<sup>3</sup>; 10 – трубы диаметром 250 мм для дегазации; 11 – угольно-породные скипы, вместимостью 11, 15 или 20 м<sup>3</sup>; 12 – скипы; 13 – клеть; 14 – инспекторский подъем; 15 – противовес клетки; 16 – лестничное отделение; 17 – противовес скипов; 18 – скипы

На рис. 1.2, б представлено типовое сечение клетового ствола, оборудованного клетью с противовесом. Диаметр ствола в свету 6 м. В стволе предусматривается возможное размещение проходческой бадьи вместимостью 3 м<sup>3</sup> и вентиляционной трубы диаметром 1 м на период реконструкции (углубки) ствола.

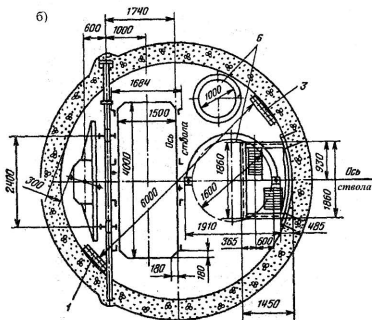


Рис. 1.2 (продолжение):

б – ствол с одной клетью

На рис. 1.2, в показано типовое сечение скипового ствола диаметром в свету 6,5 м, который оборудован двумя скипами для угля и скипом для породы с противовесом.

На рис. 1.2, г представлено сечение скипового ствола диаметром 7 м, оборудованного четырьмя скипами (два скипа для выдачи угля и два скипа для выдачи породы).

На рис. 1.2, д представлено сечение ствола шахты им. В. И. Ленина (Кривбасс) диаметром в свету 7,5 м, который оборудован двумя скипами грузоподъемностью 25 т, двухэтажной клетью с противовесом на вагонетки ВГ-4у, инспекторским подъемом с противовесом и лестничным отделением.

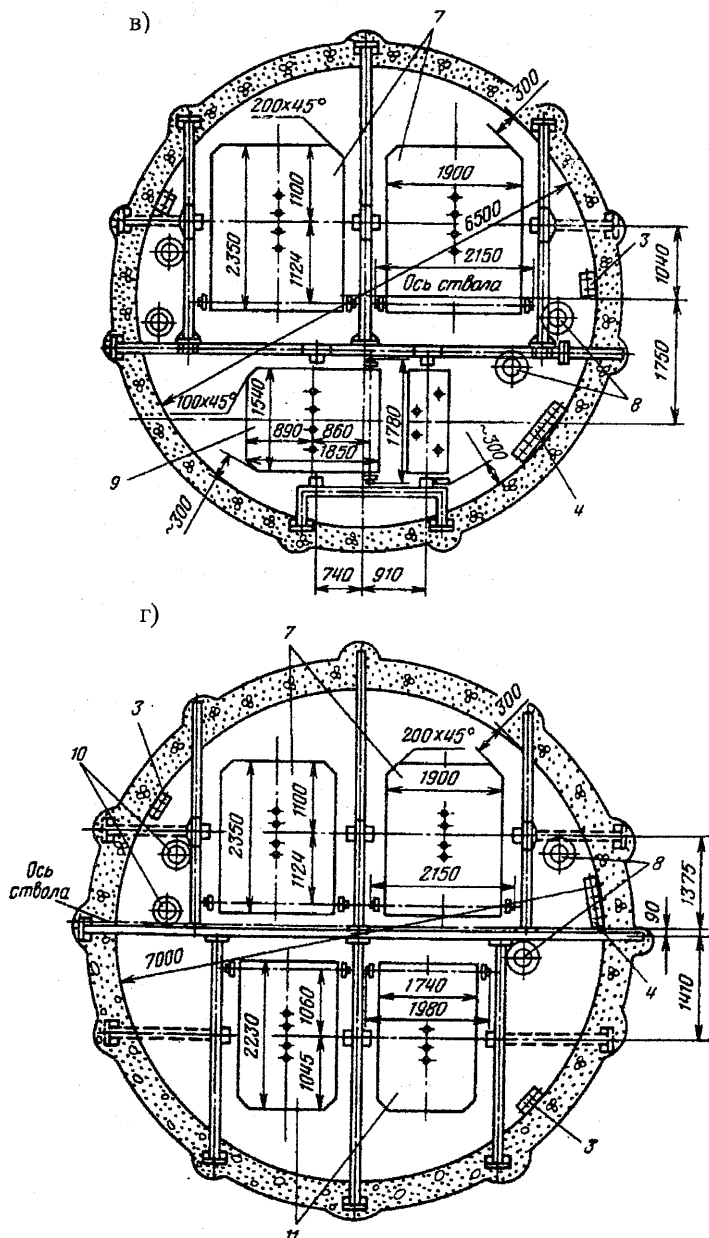


Рис. 1.2 (продолжение):

в – ствол с двумя скипами для угля и скипом для породы, г – ствол с двумя скипами для угля и двумя скипами для породы

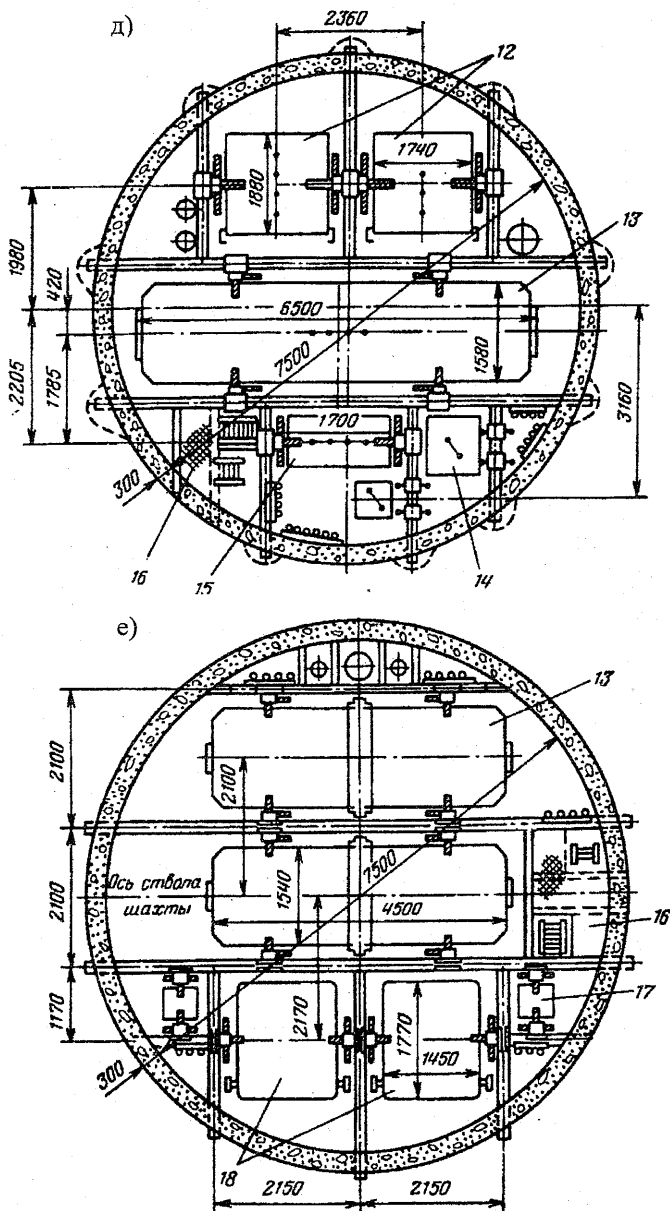


Рис. 1.2 (продолжение):

д – ствол с двумя скипами для породы, двухэтажной клетью и инспекторской клетью,  
 е – ствол с двумя двухэтажными клетями и двумя скипами для породы



На рис. 1.2, е представлено сечение ствола шахты № 1 им. Артема (Кривбасс) диаметром в свету 7,5 м, который оборудован скиповым подъемом со скипами вместимостью 25 т с противовесами, двухэтажными клетями и лестничным отделением

На рис. 1.3 показаны два поперечных сечения стволов шахт ФРГ. Их отличие от параметрического ряда сечения стволов, разработанных Южгипрошахтом, заключается в применении для клетевых подъемов крупногабаритных клетей с противовесом. Применение такого типа клетей целесообразно для удобного и безопасного размещения в клетях отдельных машин (погрузочные, буровые машины, электровозы и др.), а также различного громоздкого оборудования для ремонта и замены стационарных машин, спускаемых или выдаваемых из шахты.

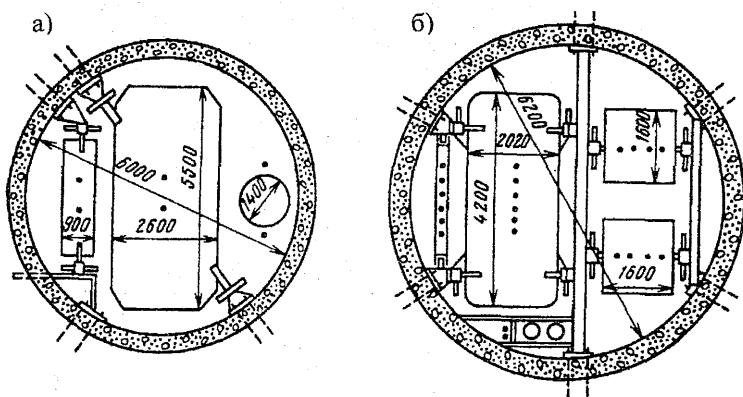


Рис. 1.3. Сечение ствола при использовании крупногабаритных клетей:

а – ствол с крупногабаритной клетью, б – ствол с крупногабаритной клетью и двумя скипами

На рис. 1.3, а ствол оборудован крупногабаритной клетью с противовесом с диагональным расположением боковых направляющих. Направляющие роликовые закрепляют в крепи ствола с помощью анкеров. Такое расположение направляющих не препятствует загрузке и разгрузке клетки. Если ствол также предполагается к использованию для подготовки нового горизонта (углубки), то в правой части ствола возможно размещение бадьи для выдачи породы из забоя.

На рис. 1.3, б представлен ствол, оборудованный скиповым и клетевым подъемами. Клетевой подъем оборудован крупногабаритной

клетью с противовесом. Клеть имеет две направляющие, размещаемые на центральном расстреле, и две — на клинообразных опорах, закрепляемых анкерами. Направляющие противовеса клетевых подъемов также крепятся к опорам.

Конструкции армировки в целом имеют ряд существенных недостатков: значительную металлоемкость, сложность достижения точной установки при монтаже; большое аэродинамическое сопротивление; возможность наличия ударов в стыках проводников, что приводит к нарушению устойчивости армировки; быстрый износ проводников, особенно направляющих лап скольжения.

Теоретические и проектно-конструктивные исследования последних лет наметили некоторые направления усовершенствования типовых конструкций армировки: применение коробчатых профилей, переход на лобовое расположение проводников (особенно при подъеме с одного горизонта), использование роликовых направляющих, достижение более полного использования сечения ствола, применение анкеров для закрепления расстрелов и др.

При дальнейшем совершенствовании схем размещения подъемных сосудов и армировки в стволе необходимо учитывать следующее.

1. Максимальное использование сечения ствола. Это положение приобретает особое значение при сооружении стволов шахт большой производственной мощности и большой глубины.

В качестве примера компактного использования сечения ствола можно указать на один из стволов рудника "Хартебист-фонтейн" (ЮАР) (рис. 1.4, а) глубиной 914 м. Ствол оборудован четырьмя скипами вместимостью по 10 м<sup>3</sup>. Расстрелы из двутавровых балок с профилем 152х254 мм закрепляют в бетонной крепи анкерами диаметром 32 мм и длиной 0,7 м. Скорость подъема скипов 13,7 м/с.

2. Максимально высвободить ствол от загромождения его армировкой в шахтах с обильным выделением газа (труднопроветриваемых шахтах). В этих условиях целесообразно принимать лобовое размещение расстрелов.

На рис. 1.4, б представлена конструкция яруса армировки ствола № 3 шахты "Уолстептон" (Великобритания). В стволе размещаются два клетевых подъема (клеть с противовесом). Клеть четырехэтажная, в каждом этаже устанавливаются две вагонетки вместимостью по 2,5 т. Армировка состоит из коротких расстрелов и восьми проводников из уголков 200×200×19 мм, прикрепленных к расстрелам. Клеть снабжена

роликовыми направляющими. На рис. 1.4, в представлена конструкция яруса армировки ствола шахты "Симон-V" (Франция). Ствол оборудован двумя клетевыми подъемами с противовесами. Клетки двухэтажные на две вагонетки вместимостью 3 т в каждом этаже. Расстрелы в стволе приняты угловой формы, их заделывают в бетонную крепь ствола. Проводники рельсовые. Размещение проводников одностороннее. Как видно из рисунка, принятая схема размещения армировки способствует уменьшению аэродинамического сопротивления ствола.

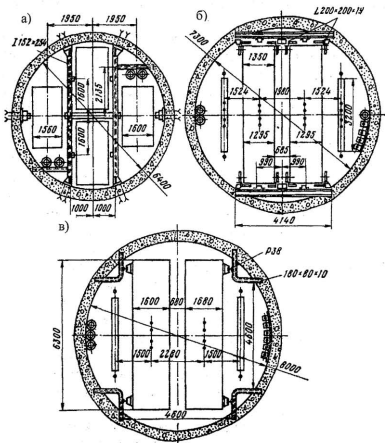


Рис. 1.4. Примеры размещения оборудования в стволах за рубежом:

а – ствол рудника "Хартебист-фонтейн" (ЮАР), б – ствол № 3 шахты "Уолстептон" (Великобритания), в – ствол шахты "Симон-V" (Франция)

При сложном режиме проветривания угольных шахт целесообразно применение в стволах канатных проводников, и это особенно эффективно при многоканатном подъеме.

По мере разработки месторождений полезных ископаемых отмечается довольно быстрое увеличение глубины разработки, а следовательно, и стволов. Это положение особенно ярко проявляется при разработке рудных месторождений. С целью сокращения затрат средств и времени на сооружение стволов больших глубин за рубежом (ЮАР, Австралия и др.) при строительстве рудников вместо двух центрально расположенных стволов сооружается один ствол большой площади сечения. Такой ствол выполняет две функции: он служит для подъема полезного ископаемого и проветривания при подаче по нему свежей и исходящей струи воздуха. Для проветривания в этом случае ствол по всей глубине разделяют на два отделения прочной воздухонепроницаемой и огнестойкой перегородкой (перемычкой). По одному отделению поступает свежая, а по другому, одновременно подъемному отделению, — исходящая струя воздуха.

В качестве примера укажем: на руднике "Эльсбург" (ЮАР) ствол глубиной 2160 м и диаметром в свету 10,5 м был разделен перегородкой толщиной 200 мм почти на две равные части (рис. 1.5, а); на руднике "Президент Стейн" (рис. 1.5, б) ствол глубиной 2366 м эллипсоидного сечения с размерами осей 10,2 и 10,97 м был разделен перегородкой на два отделения с площадью сечения 29 и 57,6 м<sup>2</sup> и др.

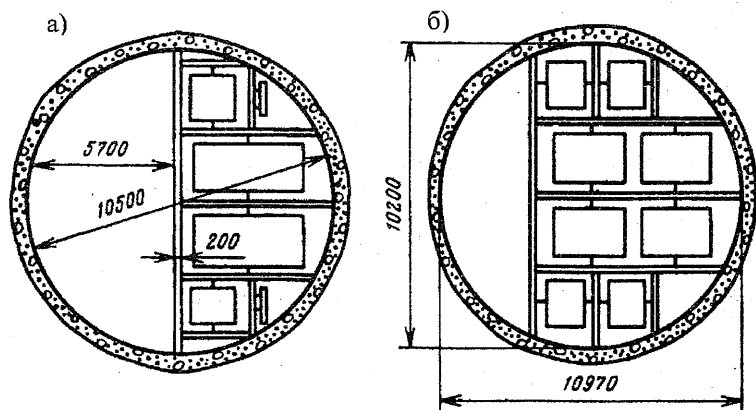


Рис. 1.5. Стволы с разделительной перемычкой на рудниках ЮАР: а — ствол рудника "Эльсбург", б — ствол рудника "Президент Стейн"

## 1.7. Проектирование наклонных стволов

Наклонные стволы для вскрытия месторождений полезного ископаемого в практике шахтного строительства имели достаточно большое распространение. Однако отсутствие высокопроизводительной техники для подъема приводило к тому, что наклонные стволы заменялись вертикальными. Дальнейшее развитие средств механизации в угольной промышленности, в частности появление высокопроизводительных ленточных конвейеров и подъемных установок, способствовало тому, что использование наклонных стволов вновь стало целесообразным. В настоящее время в горной промышленности наклонные стволы используются в качестве главных и вспомогательных вскрывающих выработок. К главным относятся конвейерные и реже наклонные скиповые стволы. Вспомогательные наклонные стволы бывают людские и путевые (грузовые). Угол наклона конвейерных стволов, как правило, не превышает  $18^\circ$ , а вспомогательных –  $25^\circ$ .

Размер поперечного сечения наклонного ствола зависит от его назначения и применяемого в нем оборудования. При этом площади поперечных сечений наклонных стволов, ширину проходов для людей, величину зазоров между крепью и подвижным составом (оборудованием) следует принимать в соответствии с § 88 ПБ. Наклонные стволы, предназначенные для передвижения людей согласно § 80 ПБ, должны быть оборудованы:

от 7 до  $10^\circ$  – перилами, прикрепленными к крепи;

от 11 до  $25^\circ$  – трапами с перилами;

от 26 до  $30^\circ$  – сходнями со ступеньками и перилами;

от 31 до  $45^\circ$  – лестницами с горизонтальными ступеньками и перилами.

При эксплуатации наклонных стволов необходимо соблюдать требования ПБ о пожарной безопасности, противопожарной защите и борьбе с пылью. В частности, в наклонных стволах, как и во всех действующих выработках, прокладывают пожарно-оросительный трубопровод диаметром не менее 100 мм. Его располагают на несгораемых подкладках на почве выработки (рис. 1.7, а) или подвешивают к крепи (рис. 1.8 и 1.9).

В случае вскрытия месторождения наклонными стволами в одном из стволов располагают также трубопровод для водоотлива.



балласта не менее 50 мм. Балластом также засыпаются свободные промежутки между стенками канавок и шпалами (рис. 1.7, г). При этом шпальные ящики (пространство между шпалами) балластом не засыпаются. В наклонных стволах следует применять железобетонные шпалы.

На рис. 1.7, г показан пример водоотливной канавки наклонного ствола. Необходимая площадь сечения канавки выбирается с учетом притока воды в выработку и скорости ее движения по канавке.

При вскрытии месторождения наклонными стволами подачу свежего воздуха для проветривания шахты осуществляют через вспомогательные наклонные стволы. Поэтому сечение таких наклонных стволов следует принимать с учетом количества воздуха, который будет проходить по ним. На рис. 1.7 показан пример наклонного вспомогательного ствола. Площадь сечения ствола в свету – 19,2 м<sup>2</sup>. Крепь – арочная (тип арки *КМП – АЗУ*) из профиля СВП-27 с железобетонной затяжкой. Ствол оборудован двумя рельсовыми путями с шириной колеи 900 мм и может служить, например, для спуска и подъема людей в специальных вагонетках, а также для подачи воздуха в шахту. Возможно оборудование вспомогательного ствола одним рельсовым путем и использование в качестве грузового.

При комбинированном вскрытии месторождения использование наклонных стволов осуществляют в сочетании с вертикальным стволом или штольной. При этом наклонный ствол, как правило, является главным конвейерным. Вертикальный ствол используют для вспомогательных функций: подачи свежего воздуха, спуска и подъема людей, материалов, оборудования и т.д. Применение наклонных конвейерных стволов особенно актуально при строительстве шахт с большой производственной мощностью с целью обеспечения непрерывного (без перегрузок) потока угля от лавы до земной поверхности. Такие наклонные конвейерные стволы имеют применение в горнорудной промышленности и при транспортировании полезного ископаемого из карьеров на обогатительные комбинаты.

В наклонных выработках, оборудованных ленточными конвейерами, разрешается настилка рельсового пути и установка лебедок, предназначенных для транспортирования материалов и оборудования, необходимых при проведении и ремонте этих выработок (§ 354 ПБ).

Проветривание конвейерного ствола должно быть обособленным (§ 80 ПБ), а в случае отсутствия обособленного проветривания по стволу

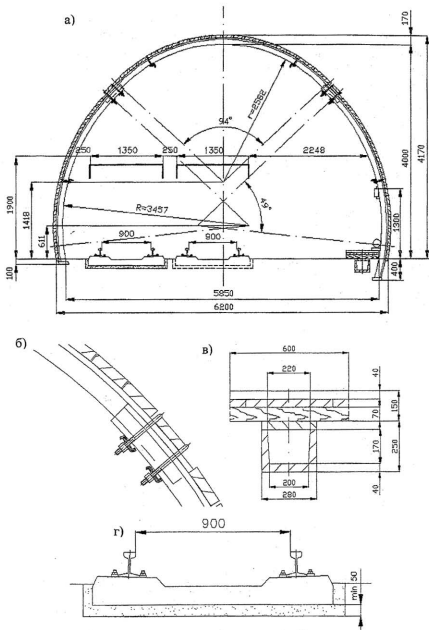


Рис. 1.7. Наклонный вспомогательный ствол:

а – поперечное сечение ствола; б – узел податливости арочной крепи; в – водоотливная канавка и трап; г – рельсовый путь



может проходить только исходящая струя. Однако движение исходящей струи воздуха по конвейерному стволу ограничено, так как с повышением скорости возникает взметывание угольной пыли и мелочи с конвейерной ленты (предельная скорость вентиляционной струи по взметыванию угольной пыли составляет около 4 м/с). Проветривание подземных выработок может быть осуществлено путем подачи свежего воздуха через вертикальный ствол, а исходящей струи воздуха – через вентиляционные выработки.

На рис. 1.8 показан пример поперечного сечения конвейерного ствола с углом наклона более  $10^\circ$ . Площадь сечения ствола в свету  $17,4 \text{ м}^2$ . Крепь – арочная (тип арки ОП 575 0.06) из профиля СВП-27 с железобетонной затяжкой. Ствол оборудован ленточным конвейером с шириной ленты 1200 мм, установленным на почве, и рельсовым путем с шириной колеи 900 мм (для ремонта выработки и конвейера). Применение конвейеров, установленных на почве выработки, имеет следующие недостатки: значительные трудоемкость и затраты на монтаж конвейера; в случае значительного пучения почвы выработки возможно

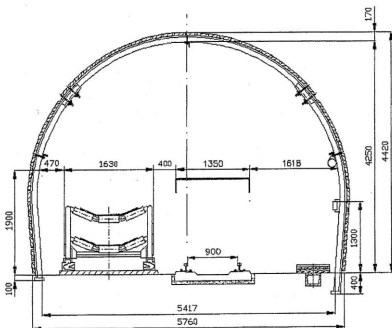


Рис. 1.8. Конвейерный ствол, оборудованный рельсовым путем

искривление конвейерного става; трудность очистки от угольной мелочи пространства под нижней ветвью конвейера. Эти недостатки можно устранить путем применения ленточного конвейера с подвесным ставом.

На рис. 1.9 показан пример поперечного сечения конвейерного ствола с подвесным конвейером (угол наклона ствола более  $10^\circ$ ). Площадь сечения ствола в свету  $13,9 \text{ м}^2$ . Крепь – арочная (тип арки ОП 575 0.06) из профиля СВП-22 с железобетонной затяжкой. Ствол оборудован ленточным конвейером с шириной ленты 1000 мм и монорельсовой дорогой для ремонта выработки и конвейера.

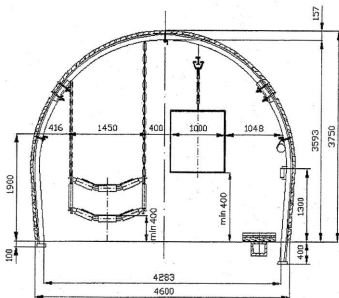


Рис. 1.9. Конвейерный ствол, оборудованный монорельсовой дорогой

Наклонные стволы широко применяются и в горнорудной промышленности. На рис. 1.10 представлено сечение наклонного ствола одного из рудников в Кривбассе. Ствол имеет угол наклона  $15^\circ$ , площадь сечения в свету –  $19,3 \text{ м}^2$ , крепь – монолитный бетон. Ствол оборудован ленточным конвейером 1 с шириной ленты 2000 мм. За разъемным ограждением 2 размещается фуникулер 11, используемый для доставки материалов, деталей, оборудования и при производстве ремонтных работ. Для перемещения ремонтных рабочих имеется лестница

ца 12. По стволу проложены трубопроводы: сжатого воздуха 5, водоснабжения 4, кислорода 3, перфорированные трубы для смыва пыли 8, системы отопления 6, магистраль сварочных трансформаторов 8, кабели связи 10, светильники 9. Для текущего ремонта конвейера размещают тельфер 7 грузоподъемностью 0,5 т.

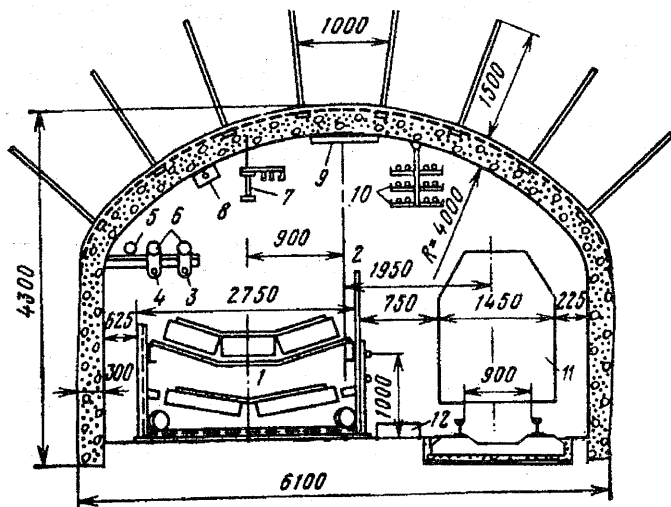


Рис. 1.10. Конвейерный ствол на руднике в Кривбассе:

1 – ленточный конвейер; 2 – разъемное ограждение; 3 – трубопровод кислорода; 4 – трубопровод водоснабжения; 5 – трубопровод сжатого воздуха; 6 – трубы системы отопления; 7 – тельфер; 8 – трубы для смыва пыли; 9 – светильники; 10 – кабели связи; 11 – фуникулер; 12 – лестница

Сопоставив применение наклонных и вертикальных стволов, можно отметить, что наклонный ствол имеет следующие преимущества: спуск в шахту и выход людей на поверхность возможен и в случае аварий, т.е. без использования подъемных установок; осмотр и ремонт конвейерных установок возможны без прекращения их работы по выдаче полезного ископаемого; конвейерные установки работают непрерывно и требуют меньше (около 80 %) установленной мощности подъемных машин при вертикальном подъеме; пропускная способность конвейерного подъема может достигать весьма большой величины.

К недостаткам наклонных стволов можно отнести: значительную их протяженность (так при угле ствола 15–16° длина наклонного ствола в 4–4,2 раза больше, чем вертикального); значительные потери полезного ископаемого в предохранительном целике по сравнению с

вертикальным стволом а также большие затраты на поддержание и ремонт конвейера и ствола.

### Контрольные вопросы

1. Что называется стволом шахты?
2. Каково назначение стволов?
3. Какие формы поперечного сечения имеют стволы?
4. Чем определяется площадь поперечного сечения стволов?
5. Чем оборудуются стволы?

## 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ВЫРАБОТОК ОКОЛОСТВОЛЬНОГО ДВОРА

### 2.1. Общие сведения

Околоствольные дворы современных шахт представляют собой сложный и многообразный комплекс транспортных выработок и камер, предназначенных обеспечить выполнение разнообразных производственных функций шахты в период ее эксплуатации.

Основное назначение околоствольных дворов – создание условий бесперебойной механизированной работы по приемке:

- 1) полезного ископаемого, поступающего из очистных и подготовительных работ, а также породы от проведения выработок и их ремонта;
- 2) материалов и оборудования, поступающих с земной поверхности, и отправке их на эксплуатационные участки шахты, а также оборудования, выдаваемого на поверхность для ремонта;
- 3) воды, притекающей из подземных выработок, и выдаче ее на поверхность;
- 4) людей, спускающихся на работы в шахту и поднимаемых на поверхность после окончания работ;
- 5) электроэнергии для питания подземных машин и установок.

Многообразие производственных функций околоствольных дворов вызывает необходимость иметь в его системе различные по разме-

рам, форме сечения и положению в пространстве выработки и камеры. Особо важное значение имеют транспортные выработки, расположение которых в околоствольном дворе должно обеспечить минимальные по продолжительности маневры с составами вагонеток, прибывающих в околоствольный двор, и минимальные пробеги электровозов, а также исключить встречные потоки грузовых и порожних составов вагонеток.

Форму сечения выработок и камер обычно принимают сводчатого очертания. Форма свода – коробовая или круговая. При больших сечениях камер (например заглубленная насосная камера или многопутная выработка) в недостаточно устойчивых породах форму выработки или камеры принимают замкнутой.

Крепь выработок и камер околоствольного двора выбирают в зависимости от размеров сечения, горно-геологических условий, срока эксплуатации околоствольного двора и др. Наибольшее распространение получила крепь из монолитного бетона и железобетона. В устойчивых породах возможно применение набрызгбетона в два слоя в комбинации с анкерной крепью. В сложных горно-геологических условиях возможно применение замкнутых крепей из блоков или железобетонных тюбингов с обязательным и весьма тщательным заполнением закрепного пространства.

## 2.2. Конфигурации околоствольных дворов при вскрытии вертикальными стволами

При вскрытии месторождений полезного ископаемого вертикальными стволами обычно предусматривают центрально-сдвоенное расположение стволов. Отметим ряд исходных положений проектирования околоствольных дворов при таком расположении стволов.

1. Расположение стволов при проектировании околоствольных дворов принимают с учетом размещения железнодорожной станции, а также комплекса основных зданий и среди них в первую очередь зданий подъемных машин и зданий погрузочных устройств. При расположении путей железнодорожной станции перпендикулярно к продольной оси подъемных клетей расстояние между осями клетевого и скипового стволов принимают равным 50–80 м, а между осями стволов, перпендикулярными к продольной оси клетей, равным 20–55 м (рис. 2.1, а).

При расположении путей железнодорожной станции параллельно продольной оси подъемных клетей стволы располагают по одной линии с расстоянием между осями стволов 90–100 м (рис. 2.1, б).

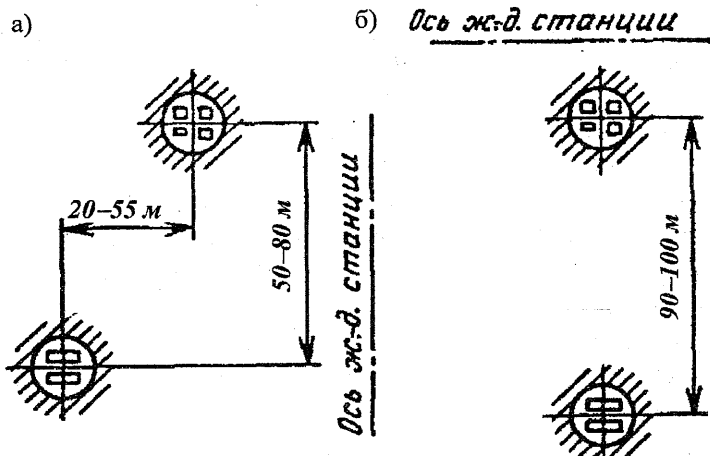


Рис. 2.1. Взаимное положение стволов:

а – при расположении путей железнодорожной станции перпендикулярно к продольной оси клетей; б – при расположении путей железнодорожной станции параллельно продольной оси клетей

2. Конфигурацию околоствольного двора в основном определяют условиями вскрытия месторождения. В современной практике шахтного строительства наибольшее применение имеют околоствольные дворы круговой конфигурации. Круговые околоствольные дворы обеспечивают отсутствие встречных потоков и большую пропускную способность. Реже применяют околоствольные дворы челнокового и тупикового типов.

3. Уголь и породу до околоствольного двора транспортируют в вагонетках или с помощью конвейеров. Вагонетки могут быть с глухим кузовом типа УВГ и саморазгружающиеся типов ВД и УВД.

Применение вагонеток типа УВГ несколько усложняет маневры в околоствольном дворе, что вызывает необходимость иметь у скипового ствола две транспортные выработки при установке опрокидывателей для разгрузки вагонеток (с углем и породой), что увеличивает продолжительность маневров. Использование вагонеток типов ВД и УВД позволяет иметь на околоствольном дворе только одну транспортную ветвь у скипового ствола.

Транспортную ветвь при применении вагонеток типов ВД и УВД оборудуют двумя разгрузочными ямами – угольной и породной, располагаемыми последовательно. Ямы оборудуют разгрузочными кривыми и поворотными шинами для раскрытия и закрытия днищ вагонеток. Поворотные шины породной ямы оборудуют дистанционно управляемым приводом, благодаря которому при пропуске смешанного состава (вагонетки с углем и породой) над породной ямой оператор перегрузочной станции производит избирательную разгрузку вагонеток с породой, отводя шины при пропуске вагонеток с углем.

Путевые вместимости околоствольного двора определяют исходя из производственной мощности шахты и принятого типа транспорта. Путевые вместимости у скиповых стволов на входной и выходной транспортных ветвях могут быть равными.

4. Для обеспечения независимой работы подземного транспорта и скиповых подъемов необходимо предусматривать значительную вместимость бункеров для приема угля и породы.

5. Радиусы закруглений рельсовых путей и переводных кривых согласно ПБ должны быть не менее 20 м.

6. Уклоны на отдельных участках транспортных выработок имеют различные значения – от горизонтального до самокатного. Уклоны самокатного движения вагонеток определяют на основании удельного сопротивления движению вагонеток.

Для обеспечения достаточной скорости стока шахтных вод уклоны дна водоотводных канавок принимают не менее 0,003, а уклоны водоотводных канавок для стока воды из выработок самого околоствольного двора – не менее 0,002.

7. Учитывая большие сроки эксплуатации и напряженный режим работы транспортных и других выработок и камер околоствольных дворов, необходимо предусматривать достаточные размеры целиков между выработками. Целики между основными транспортными выработками обычно принимают (в условиях угольных шахт) шириной 50–60 м, а для вспомогательных выработок и камер шириной 25–30 м.

В отдельных случаях при наличии слабых пород или геологических нарушений размеры целиков могут быть увеличены.

На рис. 2.2 представлен ряд схем транспортных выработок кругового околоствольного двора. На рис. 2.2, а показан круговой околоствольный двор, расположенный на главной выработке АА (квершлаг, полевой или пластовый штрек). Уголь и породу транспортируют в ва-

гонетках типа УВГ к скиповому стволу 3. На главной транспортной выработке смонтирован опрокидыватель 4 для разгрузки вагонеток с углем, и параллельно ей расположена выработка для разгрузки составов вагонеток с породой в породный опрокидыватель 2. Обгонная выработка

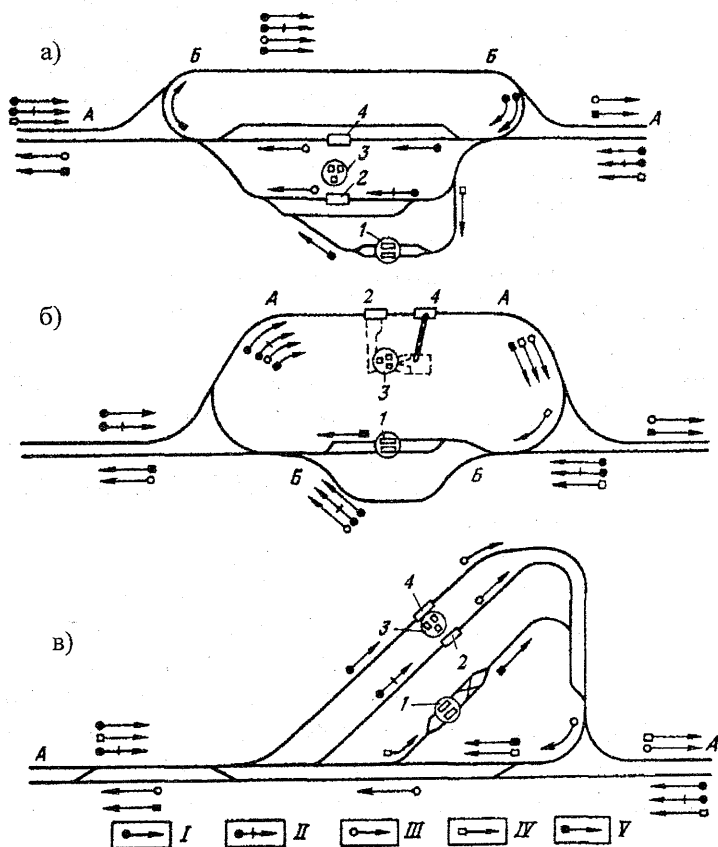


Рис. 2.2. Схемы околоствольных дворов круговой конфигурации:

а, в – круговой околоствольный двор при использовании вагонеток типа УВГ, б – круговой околоствольный двор при использовании вагонеток типа ВД и УВД. Направления движения составов: I – гуженых полезным ископаемым; II – гуженых породных; III – порожних угольных и породных; IV – порожних из-под материалов; V – гуженых материалами; 1 – клетевой ствол; 2 – породный опрокидыватель; 3 – скиповой ствол; 4 – угольный опрокидыватель; А-А – главная выработка; Б-Б – обгонная выработка

ББ служит для обеспечения движения грузовых и порожних составов и вагонеток с материалами без наличия встречных потоков.



Клетевой ствол 1 служит для спуска и подъема людей, оборудования и материалов, подачи свежего воздуха в шахту. Направление движения составов вагонеток показано на схеме.

На рис. 2.2, б представлен круговой околоствольный двор при транспортировании в вагонетках типа ВД и УВД. Сопоставив указанную схему с ранее рассмотренной, можно установить, что эта схема аналогична схеме, показанной на рис. 2.2, а, но отличается большей компактностью, так как грузовые составы с углем и породой поступают на одну выработку (АА), где размещены для приемки породы 2 и угля 4 приемные ямы скипового подъема. Для обеспечения кругового движения составов у клетового ствола предусматривается обгонная выработка (ББ).

На рис. 2.2, в показан круговой околоствольный двор при транспортировании в вагонетках типа УВГ. Схема движения грузовых и порожняковых потоков аналогична схеме на рис. 2.2, а. Выработки околоствольного двора расположены по отношению к главной выработке АА под углом 40–50°, что обусловлено вскрытием месторождения и прочностью боковых пород.

На рис. 2.3 представлены схемы транспортных выработок петлевого околоствольного двора.

На рис. 2.3, а изображен петлевой околоствольный двор при транспортировании в вагонетках типа УВГ. Околоствольный двор имеет четыре параллельные выработки, из них две выработки для приема вагонеток с углем и породой. В выработках смонтированы угольный 4 и породный 2 опрокидыватели. Клетевая ветвь АА служит для приема вагонеток с оборудованием и материалами. Околоствольный двор исключает наличие встречных потоков. Главная транспортная выработка (обычно квершлаг) является продолжением выработок околоствольного двора.

На рис. 2.3, б представлен петлевой околоствольный двор при транспортировании в вагонетках типа ВД и УВД. Движение грузовых, материальных и порожних составов аналогично схеме на рис. 2.2, а, но в целом, как видно из конфигурации, схема околоствольного двора значительно упрощается.

Оценивая круговую и петлевую схемы околоствольных дворов, можно признать, что они при организации маневров с грузовыми, порожняковыми и материальными составами вагонеток могут быть признаны равноценными.

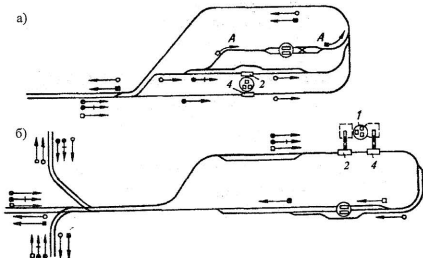


Рис. 2.3. Схемы околоствольных дворов с петлевой конфигурацией (условные обозначения см. на рис. 2.2):

а – петлевой околоствольный двор при использовании вагонеток типа УВГ, б – петлевой околоствольный двор при использовании вагонеток типа ВД и УВД

Сопоставив схемы околоствольных дворов при транспортировании в вагонетках типов УВГ, ВД, и УВД, можно установить, что околоствольные дворы при применении вагонеток типов ВД и УВД обеспечивают компактность в сравнении с околоствольными дворами при работе с вагонетками типа УВГ.

На рис. 2.4, а показаны транспортные выработки в околоствольном дворе при челноковой схеме и использовании вагонеток типа УВГ. Характерной особенностью применения челнокового околоствольного двора является наличие приблизительно равного количества поступающего груза с двух крыльев шахтного поля (схема "челнока"). Размещение околоствольного двора может быть на полевом или пластовом основных штреках или главном квершлагае. При этом учитывают необходимость размещения в них последовательно не менее трех составов вагонеток, что вызывает увеличение длины околоствольного двора до 500 м. Расположение его на штреке вызывает потери угля в охранных целиках. На рис. 2.4, б представлены транспортные выработки в околоствольном дворе при тупиковой схеме и использовании вагонеток типа УВГ. Тупиковый околоствольный двор является модификацией челнокового двора. Околоствольный двор может быть принят при

расположении его только в тупиковой части главного квершлага. При тупиковой схеме в месте встречи потоков груза и порожняка создается большая напряженность в работе транспорта.

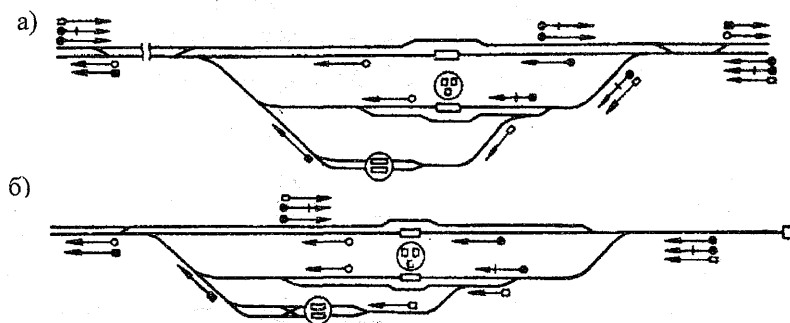


Рис. 2.4. Схемы околоствольных дворов (условные обозначения см. на рис. 2.2):

а — челноковый, б — тупиковый

Увеличение производственной мощности шахт вызывает необходимость постепенного перехода от рельсового транспорта по доставке полезного ископаемого на доставку его к скиповому стволу с помощью ленточных конвейеров. Применение ленточных конвейеров несколько видоизменяет конфигурацию околоствольных дворов. В этом случае конвейер используют только для доставки угля, а породу от проведения выработок и их ремонта транспортируют, как правило, в вагонетках.

На рис. 2.5 представлены две транспортные схемы кругового околоствольного двора при конвейерной доставке угля.

На рис. 2.5, а показан околоствольный двор, расположенный перпендикулярно к главной откаточной выработке шахты (АА), параллельно этой выработке располагается главная конвейерная выработка 1, из которой уголь поступает на короткий сборный конвейер 2 и далее в бункер скипового подъема 3. Уголь от проведения подготовительных выработок (предусматривается раздельная выемка угля и породы от подрывки) поступает в околоствольный двор в вагонетках типа ВД и УВД, разгружается в угольную яму 4 и далее коротким конвейером 5 передается на сборный конвейер 2. Порода от подрывки при проведении выработок и при их ремонте поступает в вагонетках, разгружается в породную яму 6 и далее в скиповой ствол. Клетевой ствол используют для доставки материалов и оборудования, спуска и подъема людей. Сопоставив эту круговую схему околоствольных дворов с подобными

схемами при рельсовом транспорте в вагонетках типов ВД и УВД (см. рис. 2.2), можно установить, что они по развитию транспортных выработок и организации работ подобны.

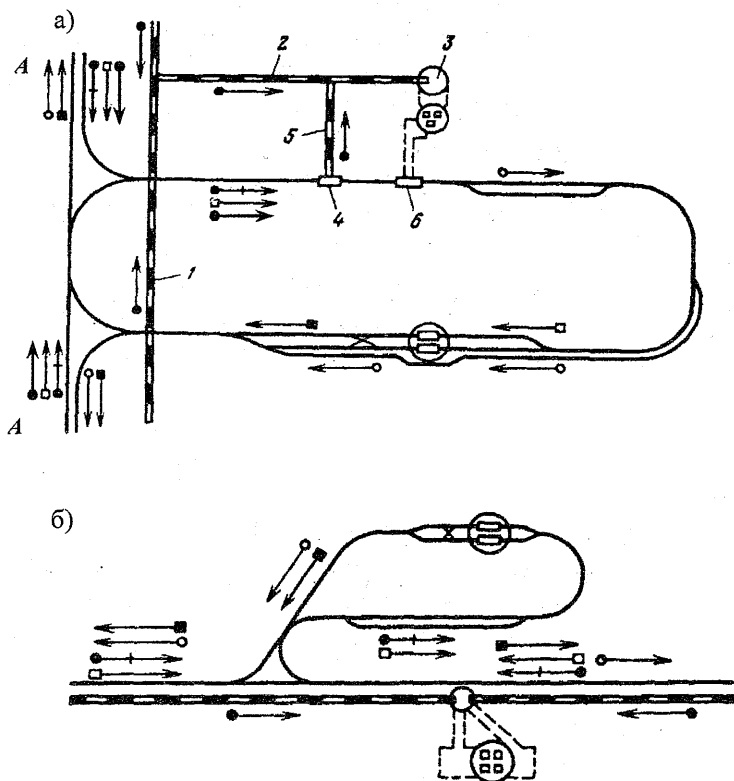


Рис. 2.5. Схемы околоствольных дворов при конвейерной доставке угля (условные обозначения направления движения составов см. на рис. 2.2):

а – околоствольный двор расположен перпендикулярно к главной транспортной выработке, б – околоствольный двор расположен параллельно к главной транспортной выработке; 1 – главная конвейерная выработка; 2 – сборный конвейер; 3 – бункер скипового подъема; 4 – угольная яма; 5 – короткий конвейер; 6 – породная яма; А-А – главная откаточная выработка

На рис. 2.5, б показана схема петлевого околоствольного двора при доставке угля к стволу конвейером при условии, что выемка по углю и породе осуществляется отдельно и порода убирается в раскошку или используется для выкладки бутовых полос в очистных забоях. При

этом варианте конфигурация околоствольного двора и схема транспортирования значительно упрощаются.

Обобщая изложенное, можно установить, что в шахтном строительстве основное применение имеют две схемы околоствольных дворов – петлевая и круговая. Околоствольные дворы при доставке угля конвейером имеют более усложненную конфигурацию, особенно при условии, когда околоствольный двор расположен перпендикулярно к главной откаточной выработке (см. рис. 2.5, а).

При конвейерной доставке угля и концентрации потока горной массы от проведения выработок и их ремонта возможно упрощение конфигурации околоствольного двора.

При разработке рудных месторождений, учитывая специфические условия вскрытия, т. е. заложение главных стволов за пределами зоны обрушения пород лежащего бока, в основном применяются околоствольные дворы круговой конфигурации (рис. 2.6, а). В околоствольном дворе располагаются три ствола: для выдачи руды и породы, приемки материалов и оборудования, подъема людей, а также подготовки нового горизонта.

При большой производственной мощности рудника, при вскрытии месторождений с целью деконцентрации грузовых и порожняковых потоков возможно применение околоствольных дворов с петлевой схемой расположения выработок (рис. 2.6, б).

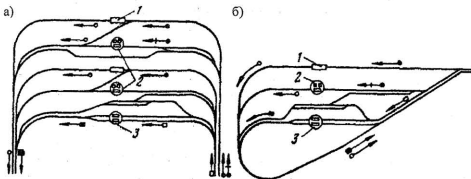


Рис. 2.6. Схемы околоствольных дворов рудных шахт (условные обозначения направления движения составов см. на рис. 2.2):

а – круговой околоствольный двор, б – петлевой околоствольный двор; 1 – опрокидыватель; 2 – клетескиповый ствол; 3 – клетевой ствол

### 2.3. Околоствольные дворы наклонных стволов

Увеличение производственной мощности шахт создает предпосылки вскрытия месторождения с помощью наклонных стволов и применения конвейерного транспорта. Наклонные стволы угольных шахт проходят обычно по пласту или в породах лежачего бока. В пределах околоствольных дворов наклонных стволов располагаются камеры того же назначения, что и в околоствольных дворах вертикальных стволов. Объем выработок околоствольных дворов в свету колеблется в пределах 3000 – 7000 м<sup>3</sup>, объем камер составляет 50–100 % объема выработок.

При комбинированном вскрытии шахтного поля в околоствольном дворе располагают вертикальный и наклонный стволы. По наклонному стволу осуществляют выдачу угля и горной массы от проведения подготовительных выработок по угляю, а по вертикальному стволу - подачу свежего воздуха, спуск и подъем людей, материалов и оборудования, а также выдачу породы.

На рис. 2.7 показаны две схемы транспортных выработок околоствольного двора при конвейерном транспорте в наклонных стволах и конвейерной доставке угля по шахте.

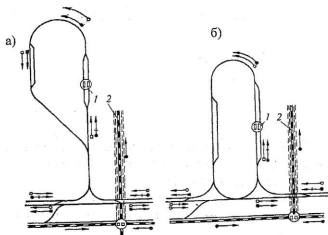


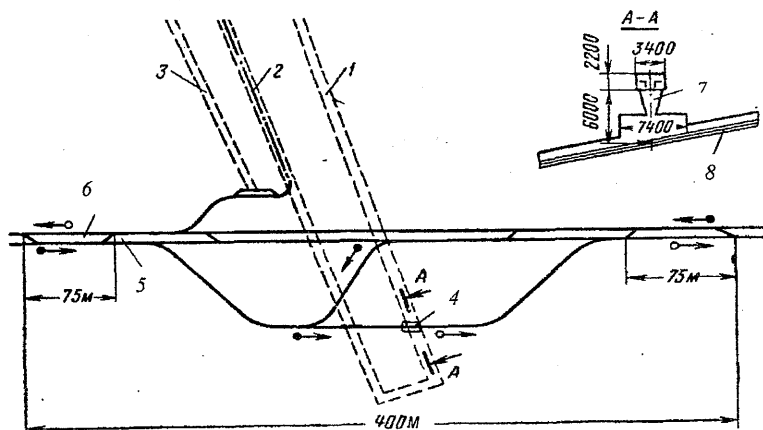
Рис. 2.7. Схемы околоствольных дворов при комбинированном вскрытии (условные обозначения направления движения составов см. на рис. 2.2):

а – петлевой околоствольный двор, б – круговой околоствольный двор; 1 – клетевой ствол; 2 – наклонный конвейерный ствол

На рис. 2.7, а представлена схема транспортных выработок петлевого, а на рис. 2.7, б - кругового околоствольного двора. Как видно из приведенных рисунков, применение конвейерного транспорта при наклонных стволах и конвейерной доставке по шахте значительно упрощает конфигурацию околоствольных дворов.

При вскрытии шахтного поля наклонными стволами обычно проводят три ствола: конвейерный (или скиповой), вспомогательные грузовой и людской. При этом один из стволов может располагаться обособленно и иметь отдельный околоствольный двор и промплощадку.

На рис. 2.8 показана схема околоствольного двора с 3-мя наклонными стволами при доставке грузов в вагонетках и с выдачей угля ленточным конвейером. Вспомогательные стволы служат для транспортирования различных грузов, спуска и подъема людей, подачи воздуха.



схемы при конвейерной доставке угля до околоствольного двора. В этом случае необходимо проведение двух транспортных выработок – конвейерной и откаточной (по аналогии с рис. 2.6).

В наклонных стволах возможно применение скипового подъема. На рис. 2.9 показана схема околоствольного двора со скиповой выдачей угля. При этом емкость ветвей околоствольного двора принимается такой же, как и в околоствольных дворах с вертикальными стволами (1-2 состава).

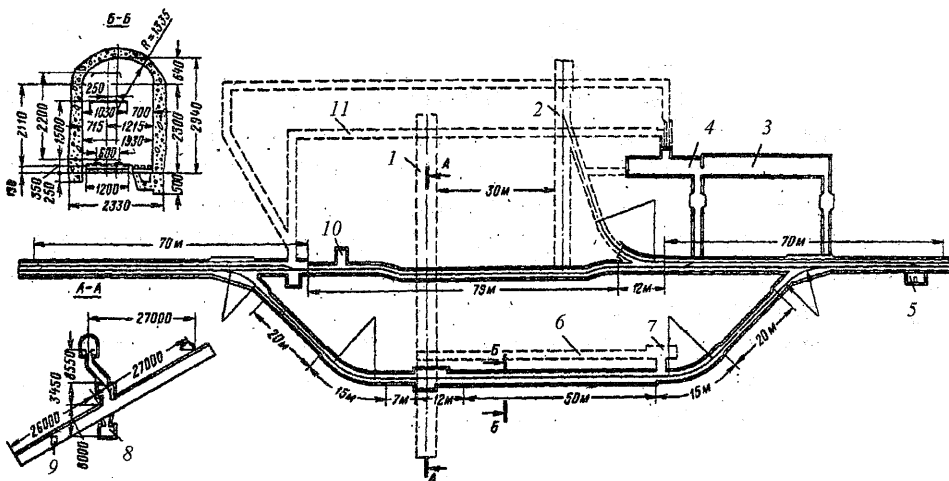


Рис. 2.9. Схема околоствольного двора с наклонными стволами и скиповой выдачей угля:

1 – скиповой ствол; 2 – вспомогательный ствол; 3 – центральная электроподстанция; 4 – насосная; 5 – камера диспетчера; 6 – ходок для чистки зумпфа; 7 – камера лебедки; 8 – камера для чистки просыпавшегося угля; 9 – камера зумпфового водоотлива; 10 – санузел; 11 – водосборник

## 2.4. Околоствольные дворы гидрошахт

При гидравлической добыче угля применяют те же схемы вскрытия, что и при обычных способах добычи. Однако на гидрошахтах роль рельсового транспорта сведена к выполнению вспомогательных операций по доставке оборудования и необходимых материалов на участки.



Уголь в околоствольный двор транспортируется в виде угольной пульпы по желобам при самотечном гидротранспорте и по трубам при напорном гидротранспорте.

При самотечном гидротранспорте уклон почвы основных выработок составляет 0,05–0,07, поэтому для доставки материалов на участки применяется монорельсовый вспомогательный транспорт. Это, в свою очередь, требует устройства в околоствольном дворе перегрузочного пункта с рельсового транспорта на монорельсовый.

При сведении роли рельсового транспорта к вспомогательной на гидрошахтах упрощаются схема развития рельсовых путей и конфигурация околоствольных дворов.

В околоствольных дворах гидрошахт располагаются те же технологические камеры, что и в околоствольных дворах обычных шахт, за исключением камеры главного водоотлива, которая на гидрошахтах заменена камерой центрального гидроподъема, служащей для выдачи на поверхность пульпы и шахтных вод. Пульпа на поверхность выдается углесосами, эрлифтами, питателями. Наибольшее распространение получил углесосный гидроподъем пульпы.

На рис. 2.10 и 2.11 приведены схемы околоствольных дворов гидрошахт с расположенными в них камерами центрального гидроподъема, являющимися основными технологическими камерами.

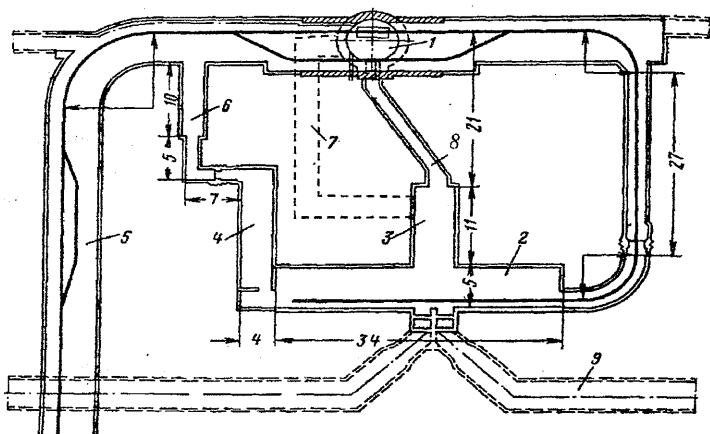


Рис. 2.10. Околоствольный двор гидрошахты с одним вертикальным стволом:

1 – ствол; 2 – камера гидроподъема; 3 – пульпосборник; 4 – камера электроподстанции; 5 – квершлаг; 6 – камера ожидания; 7 – трубный ходок; 8 – пульповодный ходок; 9 – аварийный пульпосборник

Центральный гидropодъем состоит из камеры углесосов, камеры дробилок, пульпосборников, колющих аварийного пульповодосборника, камеры над ним и ходков — соединительного, пульповодных и трубных.

В камерах углесосов устанавливают от 3 до 16 углесосов, укладывают рельсовый путь и пути для монтажного крана.

К камере углесосов примыкает камера, в которой устанавливают дробилки и обезвоживающие питатели. Дробилки и питатели устанавливают только при самотечном гидротранспорте угля; при напорном гидротранспорте дробление угля производится на участках.

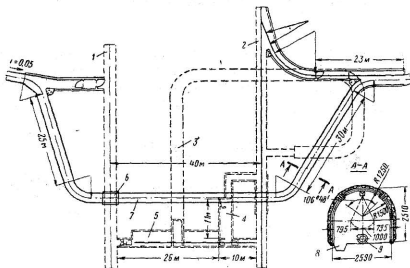


Рис. 2.11. Околоствольный двор гидрошахты с наклонными стволами:

1 — главный ствол; 2 — вспомогательный ствол; 3 — пульповодосборник; 4 — камера электроподстанции; 5 — камера гидropодъема; 6 — камера дугового сита; 7 — монорельс; 8 — желоб; 9 — высоконапорный водовод

Число пульпосборников зависит от числа рабочих углесосных агрегатов и составляет обычно 1–3. Емкость каждого пульпосборника 300–350 м<sup>3</sup>.

Длина и объем камеры центрального гидropодъема изменяются в больших пределах в зависимости от производственной мощности гидрошахты и высоты гидropодъема.

Объем выработок околоствольных дворов гидрошахт в свету без камер значительно меньше по сравнению с околоствольными дворами обычных шахт и составляет в околоствольных дворах с одним стволом 1500-5000 м<sup>3</sup>, в околоствольных дворах с двумя стволами 4000-8000 м<sup>3</sup>.

Однако удельный вес камер в околоствольных дворах гидрошахт значительно больше по сравнению с обычными шахтами и увеличивает объем околоствольного двора в 2-3 раза, причем 30-50 % от общего объема камер приходится на камеры центрального гидроподъема.

## 2.5. Околоствольные дворы в зарубежной практике

В угольной промышленности Великобритании разработаны типовые проекты околоствольных дворов для новых и реконструируемых шахт производственной мощностью от 2000 до 5000 т в сутки при двухсменной добыче угля (рис. 2.12, а и б).

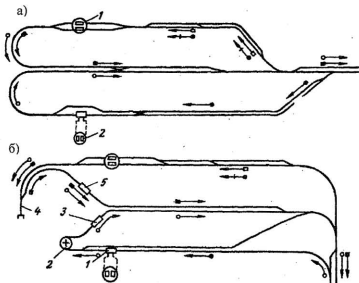


Рис. 2.12. Околоствольные дворы в зарубежной практике (условные обозначения направления движения составов см. на рис. 2.2): а — петлевой, б — петлевой с отбойным тупиком; 1 — клетевой ствол; 2 — скиповой ствол; 3, 5 — компенсатор высоты; 4 — отбойный тупик

В основном приняты петлевые и круговые околоствольные дворы. На рис. 2.12, а представлен петлевой околоствольный двор при наличии двух стволов – клетевого 1 и скипового 2. Особенностью околоствольного двора является центральное расположение порожняковой ветви, что позволяет формировать составы вагонеток, поступающих с обоих стволов. Характерна также значительная вместимость грузовых и порожняковых ветвей околоствольного двора.

На рис. 2.12, б представлен околоствольный двор, на котором располагаются клетевой и скиповый стволы. Грузовую (угольную) выработку рассчитывают на три состава вагонеток, которые пропускают через опрокидыватель 1 без расцепки. Порожние вагонетки поступают на поворотный круг 2 и далее самокатом, благодаря компенсатору высоты 3, – на порожняковую ветвь околоствольного двора. Вагонетки с материалами, оборудованием и породой из клетцевого ствола поступают на отбойный тупик 4, который представляет собой участок пути, где вагонетки (по одной) самокатом закатываются в тупик и далее также самокатом поступают на компенсатор высоты 5, и далее выкатываются на порожняковую ветвь околоствольного двора. К недостаткам указанной схемы околоствольного двора необходимо отнести значительную трудоемкость работ, связанную с необходимостью маневрирования с расцепленными вагонетками, что увеличивает количество персонала, обслуживающего околоствольный двор.

На рис. 2.12, в представлен петлевой околоствольный двор (ФРГ) с двумя клетевыми стволами, оборудованными каждый двумя двухклетевыми подъемами. Порожняковая ветвь располагается в центральной части околоствольного двора. Характерно использование в околоствольном дворе четырех- и даже пятипутных выработок.

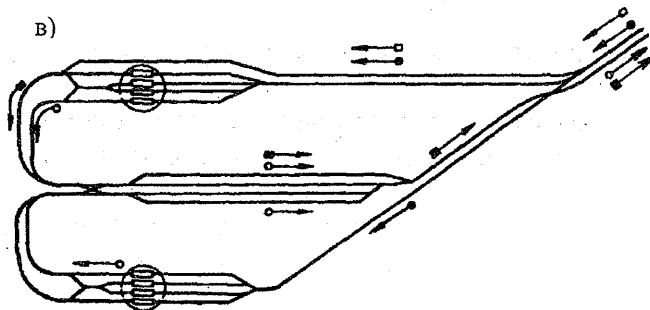


Рис. 2.12 (продолжение):

в – петлевой, с двумя клетевыми стволами

## 2.6. Защита выработок околоствольного двора от влияния очистных работ

От нормального функционирования околоствольного двора зависит в целом работа шахты, поэтому околоствольные дворы должны по возможности закладываться в устойчивых породах.

Протяженные выработки околоствольного двора при неустойчивых и слабых породах необходимо располагать вкрест простирания пород. Расположение протяженных выработок околоствольного двора по простиранию пород допускается при вскрытии одиночного пласта.

При большой ширине выработок околоствольного двора последний должен закладываться в породах с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова не менее 4.

Для защиты выработок и камер околоствольного двора от разрушения их располагают в зоне, охраняемой целиками, и крепят долговременными видами крепи — монолитным бетоном и железобетоном.

Для защиты стволов и поверхностных сооружений на разрабатываемом участке оставляют предохранительные целики. При расчете крепи выработок околоствольных дворов по несущей способности учитывают коэффициент перегрузки, который принимается равным 1,5–2; при расчете крепи участков и других выработок этот коэффициент принимают равным 1,2–1,5.

## 2.7. Выбор конфигурации околоствольных дворов

Околоствольные дворы классифицируются по следующим признакам:

- по типу стволов — для вертикальных и наклонных стволов;
- по виду шахтного подъема — для скипового, клетового, гидротранспортного подъема;
- по виду шахтного транспорта — для электровозного, конвейерного, гидротранспорта, комбинированного (конвейеры и электровозы) транспорта;
- по типу вагонетки при электровозном транспорте — для транспорта с глухими, саморазгружающимися (с разгрузкой через дно, через бо-

ковую стенку и т. п.), секционными (с разгрузкой через дно) вагонетками;

по типу прибывающих составов — для специализированных (только с одним грузом) и смешанных (ископаемое и порода или порода, ископаемое, порода и материалы) составов;

по числу направлений подхода груза — односторонние, двусторонние, многосторонние. Последние с помощью обходных выработок могут сводиться к двусторонним;

по ориентировке ветвей (по углу между ветвями двора и главной откаточной выработкой) — параллельные, перпендикулярные, диагональные;

по характеру движения вагонеток — круговые, когда вагонетки движутся вперед все время одной и той же лобовой стенкой, челноковые, когда вагонетки меняют направление движения — движутся вперед сначала одной лобовой стенкой, затем другой. Круговой односторонний двор называют петлевым, челноковый односторонний — тупиковым;

по характеру маневров электровозов — с обгоном (когда они переходят с грузовой стороны на порожняковую по обгонной выработке), с поточным движением (когда они переходят через опрокидыватель или рядом с ним).

При выборе типа околоствольного двора исходят из следующих требований: достаточная пропускная способность, целесообразная компоновка поверхности шахты, простая увязка двора с примыкающими выработками, минимальный объем выработок, простота маневров, минимум обслуживающего персонала.

Выбор схемы двора сводится по существу к выбору ориентировки ветвей (угла между ветвями двора и главной откаточной выработки горизонта) и технологии работы на скиповой и клетевой ветвях, т. е. технологической схемы двора. Остальные отличительные особенности схем (тип стволов, вид шахтного подъема, вид шахтного транспорта, тип вагонеток и т. п.) выбирать не приходится, так как они содержатся в исходных данных.

Для выбора ориентировки принимают сначала расположение на поверхности шахты блоков главного и вспомогательного стволов, что определяет взаимное расположение стволов; ориентировку скипов, разгрузочной воронки и, следовательно, разгрузочной ямы во дворе и скиповой ветви; ориентировку клетей и клетевой ветви и направление загрузки клетей, т. е. входной стороны двора; ориентировку подъездных

путей к шахте. Если последние можно подвести только по одной трассе, т. е. для них нет выбора, то нет выбора и для ориентировки двора, так как фиксированное положение зданий на поверхности означает фиксированную ориентировку двора. Если по рельефу поверхности подъездные пути можно подвести как угодно, то выбирают ориентировку двора, по которой затем устанавливают ориентировку зданий на поверхности и подъездных путей.

Имея ориентировку двора и его технологическую схему, осуществляют привязку двора к главной откаточной выработке, затем привязывают к ней вспомогательные пути, камеры служебного и производственного назначения.

При конвейерном транспорте сначала составляют схему для откатки электровозами, а затем к ней привязывают конвейерные выработки.

Выбор конфигурации околоствольного двора в значительной степени определяется схемой вскрытия и порядком отработки шахтного поля, числом и расположением пластов, углом падения пластов, прочностью пород.

При вскрытии одного пласта при пологом залегании могут быть приняты круговая и петлевая схемы околоствольных дворов. В устойчивых породах более целесообразна круговая схема, при этом основную откаточную выработку околоствольного двора располагают по пласту, т. е. по простиранию (рис. 2.13, а).

В породах менее устойчивых применяют также круговой околоствольный двор, но все основные выработки его располагают вкрест простирания пород (рис. 2.13, б). При вскрытии свиты пологих пластов при недостаточно устойчивых породах возможно применение петлевой схемы околоствольного двора (рис. 2.13, в), а в устойчивых породах — круговой (рис. 2.13, г). При вскрытии свиты крутых пластов также целесообразно применение петлевой схемы околоствольного двора, располагая его в лежащем боку месторождения. В этих условиях обеспечивается большая устойчивость стволов шахты и исключаются потери полезного ископаемого в охранных целиках.

При вскрытии двух разобщенных свит пластов угля в зависимости от расстояния между ними (длины вскрывающего их квершлага) возможно применение круговой схемы околоствольного двора с перпендикулярным или параллельным его размещением по отношению к квершлагу. При малом расстоянии между свитами пластов применяют схе-

му с перпендикулярным размещением (рис. 2.13, д). При достаточном расстоянии между свитами пластов наиболее целесообразно применение схемы с параллельным размещением и использованием квершлага как главной выработки околоствольного двора (рис. 2.13, е).

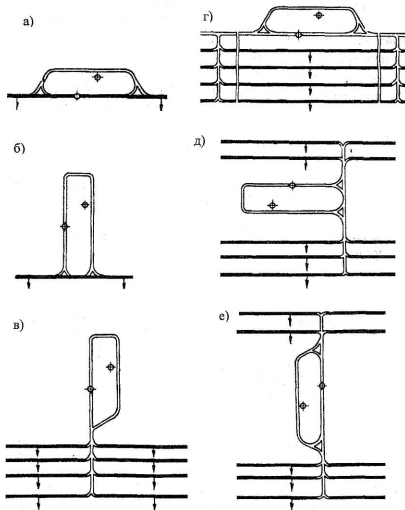


Рис. 2.13. Влияние схемы вскрытия на выбор конфигурации околоствольного двора:

а, г, е — круговые, двусторонние, параллельные главной откаточной выработке;  
 б, д — круговые, двусторонние, перпендикулярные главной откаточной выработке;  
 в — круговой, односторонний (петлевой)



## 2.8. Технологические схемы околоствольных дворов высокопроизводительных угольных шахт

Технологические схемы околоствольных дворов разработаны институтом Южгипрошахт и подразделяются по технологическим схемам на следующие две группы:

при откатке горной массы локомотивами;

при транспортировании горной массы конвейерами.

Схемы околоствольных дворов первой группы предусматривают: выдачу горной массы и породы из шахты раздельно двумя специализированными скиповыми подъемами;

совместную выдачу горной массы и породы или только горной массы.

Схемы околоствольных дворов второй группы предусматривают выдачу из шахты либо только горной массы, либо горной массы и породы совместно.

Основные показатели схем высокопроизводительных угольных шахт приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Показатели	Схема околоствольного двора				
	рис. 2.14	рис. 2.15	рис. 2.16	рис. 2.17	рис. 2.18
Суточная пропускная способность околоствольного двора, т	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Объем выработок околоствольного двора, м <sup>3</sup> :					
с камерами производственного назначения	25976	37682	21798	28433	28323
без камер	10996	25771	11271	13365	14206
за вычетом магистральных выработок с камерами (без камер)	25976 (10996)	13618 (1707)	21798 (11271)	23857 (8789)	12767 (12430)
Количество обслуживающего персонала в смену, чел.	3	2	2	3	3

*Технологические схемы околоствольных дворов при откатке горной массы локомотивами (рис. 2.14, 2.15 и 2.16).* Во всех вариантах камеры загрузочных устройств находятся ниже уровня горизонта околоствольного двора. Оборудование скиповых и клетевых ветвей и маневры составов в околоствольных дворах одинаковы для всех схем.

Скиповая ветвь околоствольного двора имеет либо одну, либо две разгрузочные ямы, расположенные последовательно на одном пути. Разгрузочные ямы оборудуются устройствами для раскрытия (закрывания) днища вагонеток или секционных поездов. Устройства для раскрытия (закрывания) днищ породной ямы оборудуются дистанционно управляемым приводом, благодаря которому при проходе смешанного состава над породной ямой на пониженной скорости ( $v=0,7$  м/с) оператор перегрузочной станции может производить избирательную разгрузку породных вагонеток. Разгрузка специализированных составов осуществляется при проходе состава над ямой со скоростью  $v=1$  м/с.

У клетевого ствола на входной и выходной сторонах имеются два пути, которые оборудуются качающимися площадками, задерживающими стопорами или штоковыми толкателями. На входной стороне клетевого ствола у симметричного стрелочного перевода устанавливаются дозирующий стопор и канатный толкатель. По ходу движения вагонеток на входной стороне клетевого ствола, до и после съезда, устанавливаются два канатных толкателя. На выходной стороне ствола проталкивание вагонеток осуществляет штоковый толкатель.

Для осуществления независимой работы по формированию материальных составов и проходящих мимо порожняковых составов на выходной ветви за симметричной стрелкой предусматривается вместимость пути, равная половине величины состава с материалами и оборудованием вместе с электровозом. Движение составов в околоствольном дворе осуществляется полностью по поточной схеме, т. е. движение по любой выработке околоствольного двора осуществляется только в одном направлении. Электровоз, прибывающий в околоствольный двор с груженым составом, входит на скиповую ветвь и на замедленном ходу разгружает состав над разгрузочными ямами. Затем по обгонному пути, расположенному либо в обходной выработке, либо на клетевой ветви, направляется на главную откаточную магистраль. При поступлении материального состава электровоз входит на путь клетевой ветви, оборудованный канатным толкателем, оставляет состав и по обгонному пути переходит на выходную ветвь клетевого ствола, забирает подготовлен-





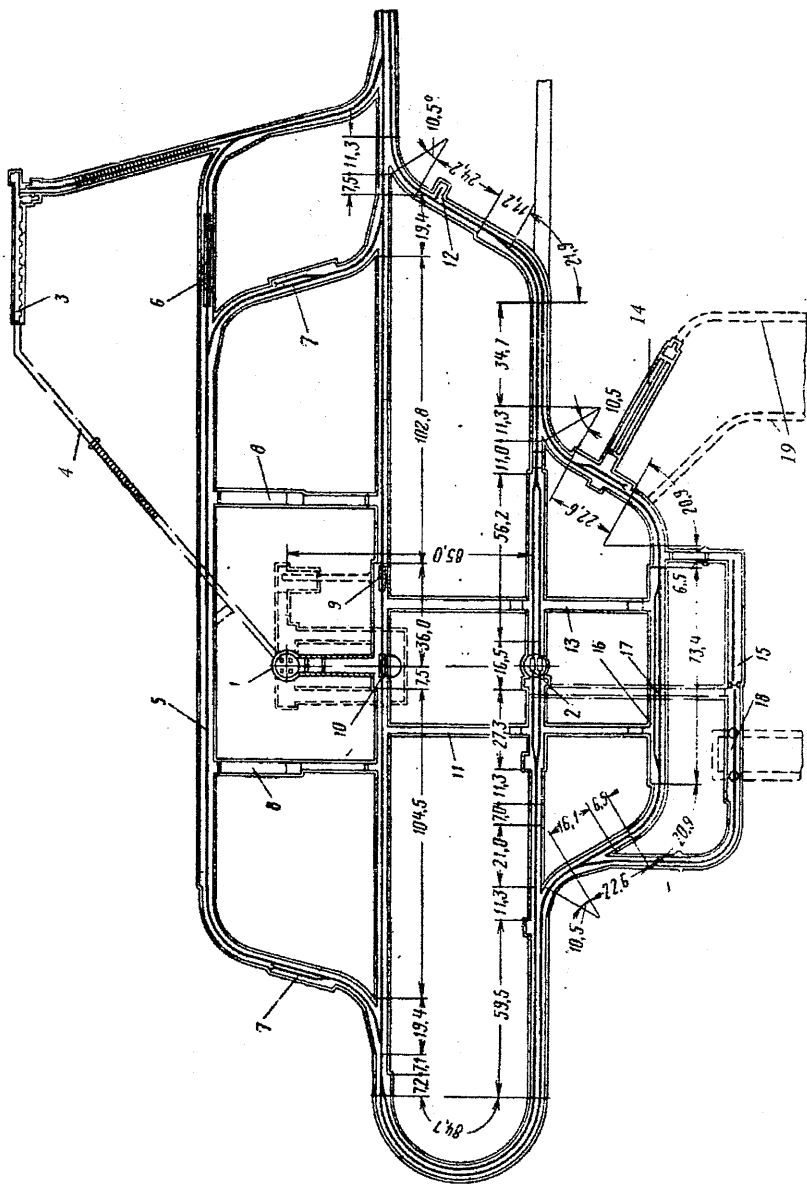


Рис. 2.16. Петлевой окоlostвольный двор (расшифровку позиций см. в подрисуночной подписи к рис. 2.14)

ный для участка состав и уходит по главной откаточной магистрали к пункту назначения. Оставленный материальный состав канатным толкателем через съезд передается на входную ветвь клетового ствола, откуда другой такой же толкатель подает вагонетки к дозирующему стопору. От этого стопора вагонетки с помощью канатного и штокового толкателей подаются в клетки. Из клеток вагонетки при помощи штокового толкателя вытягиваются и проталкиваются на один из путей выходной ветви клетового ствола. В околоствольных дворах отсутствует самокатное движение вагонеток, что, в свою очередь, увеличивает безопасность работы.

Околоствольный двор представлен тремя параллельными выработками (скиповой, клетовой и обходной). Скиповая ветвь оборудуется двумя разгрузочными ямами, расположенными последовательно на одном пути, из которых первая яма по ходу движения составов – породная, вторая – угольная. Обслуживают околоствольный двор три человека в смену: оператор перегрузочной станции (у разгрузочных ям), стволовой и его помощник. Камеры служебного и производственного назначения приняты по утвержденным типовым проектам и располагаются в отдельных выработках. Место стоянки пассажирских вагонов размещается на обходной выработке.

*Технологические схемы околоствольных дворов при транспортировании горной массы конвейерами.* При конвейерной доставке горной массы по шахте транспорт вспомогательных материалов может осуществляться монорельсовыми дизелевозами (рис. 2.17), самоходными вагонами (рис. 2.18), вагонетками при напочвенной локомотивной откатке, напочвенными или подвесными канатными дорогами.

Согласно § 216 ПБ проветривание транспортных выработок, оборудованных ленточными конвейерами (кроме участковых), и конвейерных стволов должно быть обособленным. В случае отсутствия обособленного проветривания по этим выработкам может проходить только исходящая струя воздуха. Поэтому параллельно конвейерным выработкам необходимо проводить выработку для подачи свежего воздуха, которая также будет использоваться для вспомогательного транспорта.

Для упрощения обслуживания зумпфов и сокращения объемов горных работ по проходке скипового ствола загрузка скипов производится выше горизонта околоствольного двора. Это позволяет организовать чистку зумпфа непосредственно на рабочем горизонте и сокращает

глубину ствола. Комплекс выработок перегрузочной станции обеспечивает загрузку горной массы в скипы обоих двускиповых подъемов. Горная масса через емкий бункер поступает в комплекс загрузки скипов. На случай остановки одного из подъемов, а также для сглаживания неравномерности потока горной массы предусмотрена возможность подачи ее с магистрального конвейера в бункер-накопитель (аварийную емкость), расположенный под конвейером. Бункер-накопитель представляет собой реверсивный скребковый конвейер, позволяющий аккумулялировать определенный объем горной массы.

Выдача горной массы из аварийного бункера-накопителя осуществляется либо непосредственно в бункер, либо на передаточный ленточный конвейер, откуда горная масса поступает также в емкий бункер.

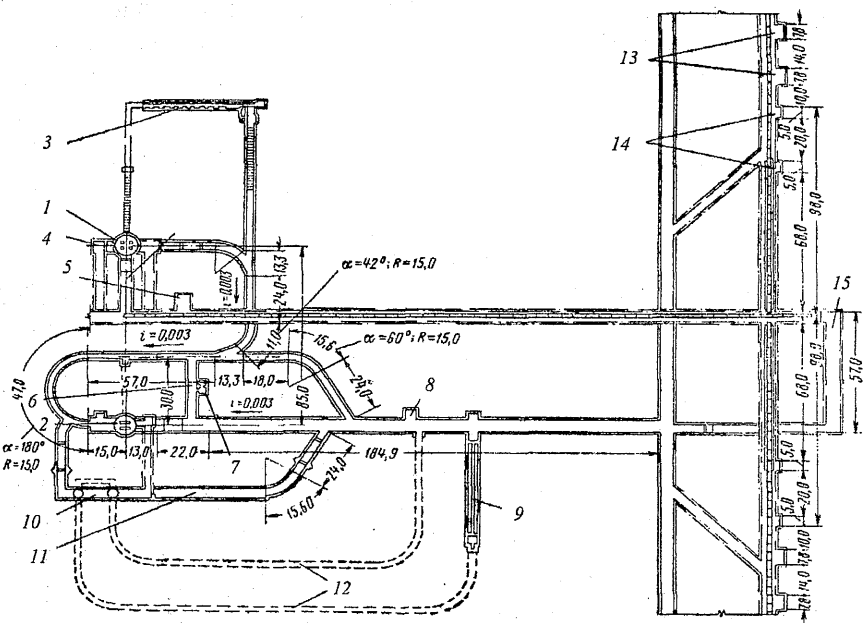


Рис. 2.17. Околоствольный двор при транспортировании горной массы конвейерами, вспомогательных материалов и оборудования монорельсовыми дизелевозами:

1 – скиповой ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – склад ВМ; 4 – ось ствола; 5 – камера привода ленточного конвейера; 6 – камера ожидания; 7 – медпункт; 8 – санузел; 9 – осветляющий резервуар; 10 – насосная камера; 11 – центральная электроподстанция; 12 – водосборники; 13 – камеры приводов магистрального ленточного конвейера; 14 – камеры приводов конвейеров бункера-накопителя; 15 – камера приемно-регулирующей аппаратуры для конвейеров

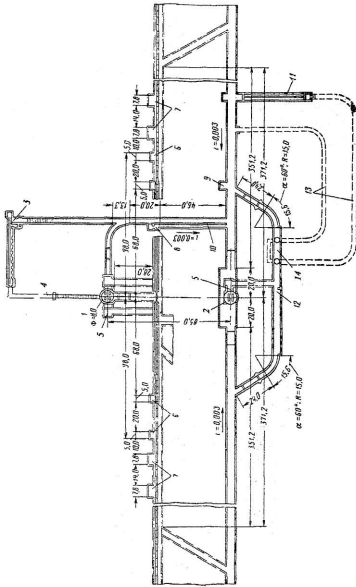


Рис. 2.18. Околовальный двор при транспортировании горной массы конвейерами, вспомогательных материалов и оборудования самоходными вагонами:

1 – скиповый ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – склад ВМ; 4 – сбойка для проветривания склада ВМ; 5 – ось ствола; 6 – камеры приводов конвейеров бункера-накопителя; 7 – камеры магистрального конвейера; 8 – медпункт; 9 – сан-узел; 10 – камера ожидания; 11 – осветляющий резервуар; 12 – центральная электроподстанция; 13 – водоборни-ки; 14 – насосная камера



## Контрольные вопросы

1. Что называют околоствольным двором?
2. Каково назначение околоствольных дворов?
3. На какие группы по принципу движения составов вагонеток делятся околоствольные дворы угольных шахт?
4. Как могут располагаться ветви околоствольного двора по отношению к главной откаточной выработке?
5. Что влияет на выбор конфигурации и места заложения околоствольного двора?

## 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАМЕР ОКОЛОСТВОЛЬНОГО ДВОРА

### 3.1. Общие сведения

В околоствольном дворе кроме транспортных выработок располагают также большое число камер. Все камеры околоствольного двора по своему назначению можно подразделить на камеры производственного и вспомогательного назначения. К камерам производственного назначения можно отнести камеру сопряжения клетового ствола с околоствольным двором и комплексы камер загрузочного устройства скипового подъема, главного водоотлива, электровозного депо, склада взрывчатых материалов и центральной подстанции.

К камерам вспомогательного назначения можно отнести камеры медицинского пункта, ожидания, противопожарного поезда, стоянки пассажирского состава, санузла и др. Камеры с транспортными выработками соединяют ходками. Условия размещения камер в околоствольном дворе определяют их назначением.

На рис. 3.1, а и б представлены околоствольные дворы с петлевой и круговой схемами движения потоков угля, породы и материалов при электровозном транспорте в вагонетках типов ВД, УВД и УГВ с расположением всех камер производственного и вспомогательного назначения.

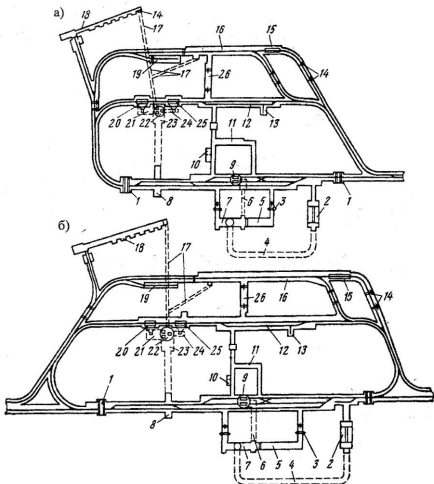


Рис. 3.1. Расположение камер в околоствольном дворе:

а – петлевой околоствольный двор, б – круговой околоствольный двор; 1 – противопожарные двери; 2 – камера осветляющих резервуаров; 3 – герметические двери; 4 – водосборник; 5 – центральная электроподстанция; 6 – водотрубный ходок; 7 – насосная камера; 8 – камера лебедки для чистки зумпфа скипового ствола; 9 – клетевой ствол; 10 – медицинский пункт; 11 – камера ожидания; 12 – место стоянки пассажирского состава; 13 – санузел; 14 – вентиляционные двери с окном; 15 – ремонтная мастерская; 16 – электровозное депо; 17 – вентиляционные сбойки; 18 – склад взрывчатых материалов; 19 – депо противопожарного поезда; 20 – угольная разгрузочная яма; 21 – бункер и камера загрузки угля в скипы; 22 – скиповый ствол; 23 – камера обезвоживания зумпфа ствола; 24 – бункер и камера загрузки породы в скип; 25 – породная разгрузочная яма; 26 – преобразовательная подстанция

На рис. 3.2 показан околоствольный двор петлевого типа при транспортировании угля к скиповому стволу ленточным конвейером, а породы и материалов к клетевому стволу в вагонетках.

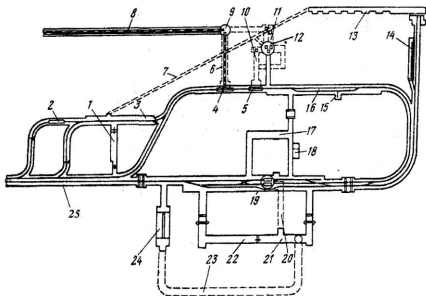


Рис. 3.2. Расположение камер в околоствольном дворе при доставке угля конвейером:

1 — преобразовательная подстанция; 2 — ремонтная мастерская; 3 — электровозное депо; 4 — угольная яма; 5 — породная яма; 6 — угольный передаточный конвейер; 7 — сбойка; 8 — главный конвейерный квершлаг; 9 — угольный аккумулирующий бункер; 10 — бункер и камера загрузки породы в скип; 11 — бункер и камера загрузки угля в скипы; 12 — скиповый ствол; 13 — склад взрывчатых материалов; 14 — депо противопожарного поезда; 15 — санузел; 16 — место стоянки пассажирского состава; 17 — камера ожидания; 18 — медпункт; 19 — клетевой ствол; 20 — водотрубный ходок; 21 — насосная камера; 22 — центральная электростанция; 23 — водосборник; 24 — камера осветляющих резервуаров; 25 — вспомогательный квершлаг

На рис. 3.3 представлен околоствольный двор петлевого типа при транспортировании угля по наклонному стволу, оборудованному ленточным конвейером. Породу и материалы выдают на земную поверхность клетевым подъемом. Доставка угля до околоствольного двора осуществляется ленточным конвейером.

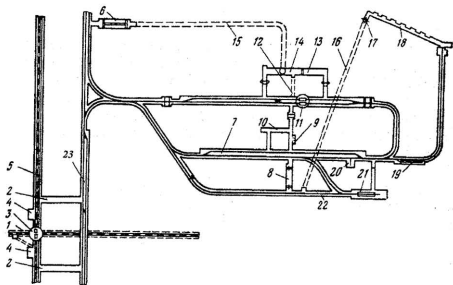


Рис. 3.3. Расположение камер в околоствольном дворе при комбинированном вскрытии:

1 – наклонный конвейерный ствол; 2 – камеры пускорегулирующей аппаратуры конвейеров; 3 – перегрузочная станция; 4 – камера приводных головок ленточных конвейеров; 5 – главная конвейерная выработка; 6 – камера осветляющих резервуаров; 7 – место стоянки пассажирских составов; 8 – преобразовательная подстанция; 9 – медпункт; 10 – камера ожидания; 11 – клетевой ствол; 12 – водотрубный ходок; 13 – центральная электроподстанция; 14 – насосная камера; 15 – водосборник; 16 – вентиляционная сбойка; 17 – вентиляционная скважина; 18 – склад взрывчатых материалов; 19 – депо противопожарного поезда; 20 – санузел; 21 – ремонтная мастерская; 22 – электровозное депо; 23 – вспомогательная выработка

### 3.2. Камера сопряжения околоствольного двора с клетевым стволом

Околоствольный двор в месте его сопряжения с клетевым стволом должен обеспечить безопасность, удобство работ по замене груженных вагонеток на порожние, по спуску и подъему людей, приемке материалов и оборудования, а также пропуск воздуха для проветривания горных работ с минимальным его сопротивлением. Высота сопряжения принимается в зависимости от размеров доставляемых в шахту различ-

ных материалов и оборудования (особенно длинномерных материалов, т. е. рельсов, труб и т. п.).

С целью повышения устойчивости и снижения концентрации напряжений в районе сопряжения ствола с выработкой околоствольного двора ВНИМИ предложен способ, заключающийся в том, что в стенках ствола в районе сопряжения до начала расчески околоствольного двора располагают разгрузочные щели в виде горизонтальных скважин, имеющих различную длину. В непосредственной зоне сопряжения длину скважин увеличивают, а по мере удаления от зоны сопряжения уменьшают.

Крепь сопряжения (рис. 3.4), учитывая большую ответственность этого участка околоствольного двора и возможность большого развития горного давления, обычно принимают из железобетона с большим насыщением арматуры и часто усиливают дополнительно анкерной крепью с металлической сеткой.

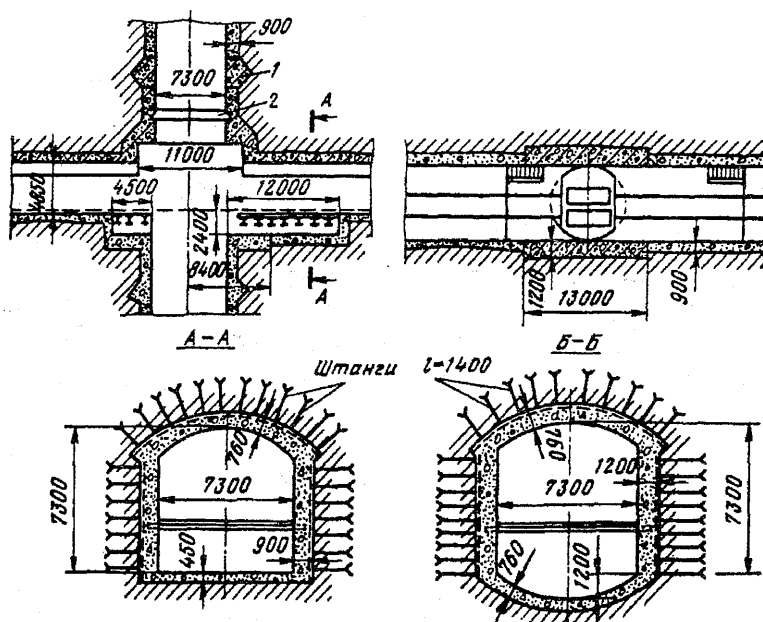


Рис. 3.4. Крепь сопряжения:

1 — опорный венец; 2 — водоулавливающее кольцо

Почву сопряжения также закрепляют бетоном. В устойчивых породах крепь почвы принимают плоской, а в породах менее устойчивых ей придается форма обратного свода (разрез Б-Б).

В стволе выше сопряжения закладывают опорный венец 1 и устраивают водоулавливающее кольцо 2.

Длина сопряжения может быть различной, что обуславливается схемой расположения рельсовых путей в зоне сопряжения. При размещении обгонного пути непосредственно в выработке сопряжения его длина достигает 80–100 м (рис. 3.5, а), а при наличии двух путей (обгонный путь отсутствует) – 80 м (рис. 3.5, б).

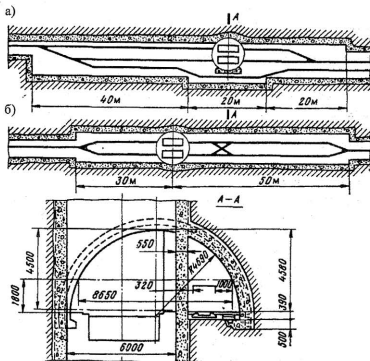


Рис. 3.5. Расположение рельсовых путей в зоне сопряжения с клетевым стволом:

а – сопряжение с обгонным путем; б – сопряжение без обгонного пути

Когда подъем оборудуют двухэтажными клетями, для ускорения посадки людей в клеть в сопряжении предусматривают специальную посадочную площадку. Обычно посадочную площадку располагают ниже отметки околоствольного двора. Высоту площадки принимают равной 2,4–2,5 м, длину со стороны посадки людей 10–12 м, а со стороны выхода из клетки 4–6 м.

### 3.3. Комплекс камер загрузочного устройства скипового подъема и наклонных стволов

В околоствольном дворе для приема угля или породы при скиповом подъеме возводят комплекс камер загрузочного устройства. В комплекс входят камеры опрокидывателя, где производится разгрузка вагонеток путем их опрокидывания (вагонетки с глухим кузовом типа УВГ), или угольная и породная ямы для разгрузки вагонеток с донной разгрузкой (вагонетки типа ВД или УВД). Уголь или порода после разгрузки вагонеток поступает в камеру бункера. Бункер служит для сглаживания неравномерности работы транспорта и подъема в шахте, создавая в известной степени условия независимости их работы. Из бункера уголь или порода поступает в камеру дозирующего устройства, где располагается объемный дозатор, отмеривающий объем угля (породы), равный объему скипа.

Камеры разгрузки угольных и породных составов имеют различную конфигурацию и оборудование в зависимости от типа применяемых вагонеток (глухие или с донной разгрузкой). Для разгрузки глухих вагонеток применяют круговые автоматические опрокидыватели, через которые нерасцепленные составы вагонеток пропускают с помощью толкателей. При такой схеме "толкатель—опрокидыватель—толкатель" составы движутся без перецепки вагонеток. При вагонетках с донной разгрузкой составы подъезжают к загрузочному пункту по рельсовому пути и электровозы с вагонетками наезжают на загрузочную яму. Створки в днище вагонеток открывают, и уголь или порода высыпается в угольную или породную яму.

Условно бункеры могут быть подразделены на две группы: большой и малой вместимости. Бункеры большой вместимости целесообразно применять в шахтах большой производственной мощности при длительных сроках эксплуатации горизонта в том случае, когда дополнительное дробление угля при перемещении его по бункеру не снижает качества и когда необходимо обеспечить благодаря значительному слою угля в бункере лучшую и надежную герметизацию скипового ствола.

Бункеры малой вместимости (вместимость одного состава) могут быть приняты на шахтах небольшой производственной мощности, при

малых сроках службы горизонта и когда дробление полезного ископаемого особенно нежелательно.

Примем концентрацию составов на околоствольном дворе из условия, что один состав находится под разгрузкой, а два состава (каждые со своего крыла шахтного поля) поступают на околоствольный двор с интервалом  $\tau$ .

Если принять при напряженном режиме работы в околоствольном дворе, что уголь подают только специальными составами с минимальным интервалом их поступления, то вместимость бункера при разгрузке вагонеток с донной разгрузкой может быть определена по формуле

$$V_{\text{бун}} = \left( \frac{3mq_e - Q}{\gamma} \right) k, \quad (3.1)$$

где  $V_{\text{бун}}$  — вместимость бункера,  $\text{м}^3$ ;  $m$  — число вагонеток в составе;  $q_e$  — грузоподъемность вагонетки, т;  $Q$  — масса угля, выдаваемая скиповым подъемом на земную поверхность за время разгрузки, т;  $\gamma$  — плотность угля,  $\text{т/м}^3$ ;  $k$  — коэффициент неравномерности работы подъема ( $k = 1,5$ ).

$$Q = \frac{T}{4\sqrt{H} + t_0} q_c, \quad (3.2)$$

где  $q_c$  — грузоподъемность скипа, т;  $H$  — полная высота подъема, м;  $t_0$  — пауза между подъемами, с (15–20).

$$T = 3ml/v + 2\tau, \quad (3.3)$$

где  $T$  — время разгрузки составов, с;  $l$  — полная длина вагонетки, м;  $v$  — скорость движения состава вагонеток через угольную яму, м/с;  $\tau$  — минимальный интервал поступления составов, с (105–120).

При применении вагонеток с глухим кузовом и с разгрузкой на околоствольном дворе через опрокидыватель вместимость бункера равна

$$V_{\text{бун}} = \left( \frac{mq_e - Q}{\gamma} \right) k, \quad (3.4)$$

$$Q = \frac{T}{\sqrt{H} + t_0} q_c, \quad (3.5)$$



$$T = \frac{m}{b}(t_1 + t_2) + \tau, \quad (3.6)$$

где  $b$  – число одновременно разгружаемых в опрокидывателе вагонеток ( $b = 1-2$ );  $t_1$  – время собственно разгрузки в опрокидывателе, с ( $t_1 = 20$ );  $t_2$  – время на включение и выключение опрокидывателя, с ( $t_2 = 10$ ).

Бункеры при скиповом подъеме полезного ископаемого и породы имеют на практике различную вместимость, причем часто без учета производственной мощности шахты, качества полезного ископаемого и газового режима шахты. Так, например, для шахт производственной мощностью 8000 т в сутки вместимость угольных бункеров на ряде шахт изменяется от 200 до 500 м<sup>3</sup>, а для шахт производственной мощностью 6000 т в сутки – до 550 м<sup>3</sup>. Часто бункеры принимались объемом на 1–1,5 вместимости состава вагонеток в поезде.

На действующих угольных шахтах РФ применяют наклонные бункеры прямоугольного сечения и реже круглые вертикальные. Вместимость наклонных бункеров 150–200 м<sup>3</sup>. Угол наклона для угольных бункеров не менее 55°, для породных – не менее 60°. Площадь сечения наклонных бункеров обычно 4–7 м<sup>2</sup> (высота 1,8–2 м, ширина 2,2–3,5 м). Наклонный бункер сооружают совместно с ходовым отделением шириной 1 м. Ходовое отделение отделяют от бункера железобетонной перегородкой, в которой устраивают смотровые окна (рис. 3.6).

Увеличение производственной мощности шахт, применение вагонеток с донной разгрузкой, стремление сгладить неравномерность поступления грузопотоков в околоствольный двор и создать равномерную загрузку подъема вызывают необходимость иметь бункеры большой вместимости. Эта тенденция особенно четко проявляется за последнее время в шахтном строительстве. Так, например, на шахте "Вестерхольт" (ФРГ) вместимость бункера принята равной 3500 м<sup>3</sup>, на шахте "Симон V" (Франция) – 2000 м<sup>3</sup>, на шахте им. Запотоцкого (Чехия) – 900 м<sup>3</sup>, на шахте "Октябрьская" – 600 м<sup>3</sup> и др. Обычно бункеры большой вместимости имеют вертикальное расположение и круглую форму сечения. Так, например, на шахте "Октябрьская" бункер имеет диаметр 6 м и высоту 22 м. За рубежом на отдельных шахтах диаметр бункеров достигает 9 м в свету.

Вертикальные бункеры обеспечивают простоту их загрузки, при этом достигается надежная герметизация скипового ствола.

В процессе перемещения угля в бункере происходит значительное его измельчение, для снижения этого отрицательного явления в бунке-

рах монтируют спиральные спуски. Ранее применялись так называемые открытые спиральные спуски, размещаемые непосредственно в сечении бункера. Спиральные спуски изготавливали из листовой стали (рис. 3.7, а). Эта конструкция спуска загромождает полезное сечение бункера, и он быстро изнашивается при работе.

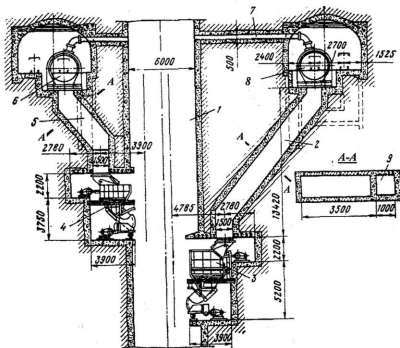


Рис. 3.6. Комплекс камер загрузочного устройства скипового подъема:

1 – скиповый ствол; 2 – угольный бункер; 3 – угольные загрузочные устройства; 4 – породное загрузочное устройство; 5 – породный бункер; 6 – породный опрокидыватель; 7 – трубопровод для отсоса пыли; 8 – угольный опрокидыватель; 9 – ходовое отделение

При большой вместимости вертикальных бункеров в настоящее время находят применение наружные спиральные спуски. Наружный спиральный спуск (рис. 3.7, б) включает в себя перепускное устройство, через которое поступает уголь в спиральный спуск. Перепускное устройство принимает и направляет поток угля, поступающий от ленточного конвейера. При этом поток угля должен иметь повышенную ско-

рость движения, необходимую для того, чтобы уголь за счет центробежной силы удерживался в спиральном спуске. Продольный наклон поверхности скольжения в конце желоба перепускного устройства должен соответствовать наклону спирального спуска и составляет  $1^{\circ}$ – $1^{\circ}30'$  на 1 м.

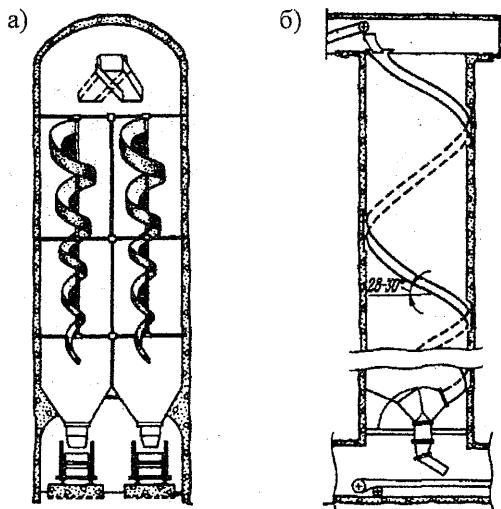


Рис. 3.7. Схемы спиральных спусков угля:

а – открытый, б – наружный

Продольный наклон спирального спуска достигает  $28$ – $30^{\circ}$ , а поперечный наклон  $35$ – $40^{\circ}$ . Результирующий наклон (градиент) составляет  $43$ – $45^{\circ}$ . При такой величине угла обеспечивается самотек угля по спиральному спуску.

Спиральный спуск проходит снаружи по всей поверхности и заделывается в крепи бункера. Сечение желоба спирального спуска обычно имеет трапецевидную форму с округленными углами. Поверхность скольжения желоба покрывают гладкими плитами из плавленого базальта. Загрузочные и перепускные устройства, которые могут изнашиваться в результате ударного воздействия кусков угля, футеруют пластинами из литой стали толщиной около 5 см. Дно бункера принимают сферической формы. Выпускные отверстия (обычно два отверстия) имеют круглую форму сечения диаметром  $0,7$ – $0,8$  м. Отверстия располагают симметрично, угол наклона поверхностей  $45$ – $50^{\circ}$ . Поверхность футеруют плитами из плавленого базальта.



Такое расположение бункера позволяет уменьшить глубину ствола, исключить необходимость иметь выработки и оборудование для чистки зумпфа скипового ствола от угля, просыпающегося при погрузке в скип, и др. Это решение особенно целесообразно при схеме вскрытия месторождения, когда рабочий горизонт шахты является постоянным (углубка ствола на новый горизонт не предусматривается).

Для создания аккумулялирующей емкости при скиповом подъеме в зарубежной практике также применяют специальные бункерные устройства – реверсивный бункерный конвейер (рис. 3.9), принцип работы которого заключается в следующем. Магистральный конвейер 1 подает уголь на околоствольный двор и разгружает его на хвостовую часть 2, откуда он самотеком поступает в желоб дозаторов скипового подъема.

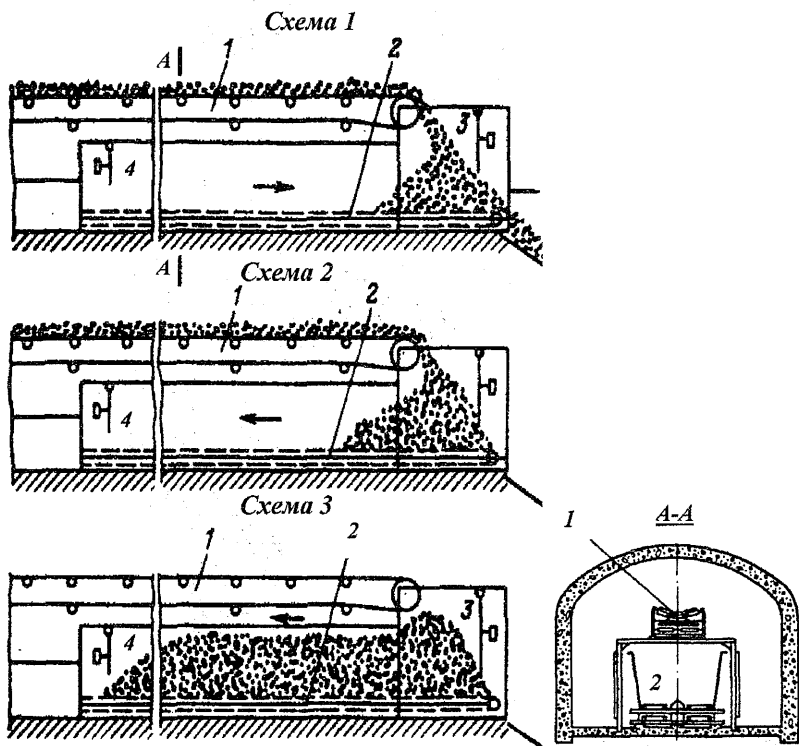


Рис. 3.9. Реверсивный бункерный конвейер:

1 – магистральный конвейер; 2 – бункерный конвейер; 3,4 – автоматические заслонки

Бункерный конвейер может быть принят в виде двухцепного скребкового конвейера с повышенными бортами желоба. При нормальной и синхронной работе скипового подъема и конвейеров, подающих уголь на околоствольный двор, бункерный конвейер имеет движение в том же направлении, что и магистральный конвейер, и уголь самотеком поступает в дозатор (рис. 3.9, схема 1). Если же возникла задержка в работе подъема и дозаторы заполнились углем, то уголь, поступающий с магистрального конвейера, будет задерживаться на выходе из желоба хвостовой части бункерного конвейера и окажет давление на заслонку 3, которая автоматически переключит бункерный конвейер для движения в обратном направлении, и скребки его будут захватывать уголь и перемещать его по желобу конвейера, как бы бункеруя уголь (рис. 3.9, схема 2).

Бункерный конвейер при площади сечения его желоба  $1-1,2 \text{ м}^2$  и длине конвейера до 100 м может иметь вместимость около  $100 \text{ м}^3$ , а при больших сечениях желоба и длине — до  $400 \text{ м}^3$  и более. Бункерование угля будет продолжаться до момента восстановления нормального режима работы скипового подъема и до тех пор, пока заслонка 3 не примет свое обычное положение и вновь переключит бункерный конвейер на движение в прямом направлении. Когда желоб конвейера будет полностью загружен углем, заслонка 4 автоматически выключит конвейер (рис. 3.9, схема 3). Одновременно с выключением бункерного конвейера будет выключен и магистральный конвейер.

Таким образом, наличие реверсивного бункерного конвейера полностью исключает необходимость иметь бункеры при скиповом подъеме, что позволит сократить объемы капитальных работ и сроки сооружения околоствольного двора.

Бункеры для приемки породы, поступающей на околоствольный двор, принимают значительно меньших объемов. Обычно вместимость породного бункера принимается на один состав поезда, т. е.  $40-60 \text{ м}^3$ .

На рис. 3.10 показана схема комплекса выработок и камер околоствольного двора шахты, наклонные стволы которой оборудованы ленточными конвейерами. Горная масса с помощью ленточных конвейеров, установленных по транспортной выработке околоствольного двора, поступает в приемный бункер, оборудованный колосниковым грохотом. Бункер имеет две выпускные воронки, снабженные затворами. Из выпускных воронок горная масса через питатель поступает на ленточные конвейеры, смонтированные в наклонных стволах.

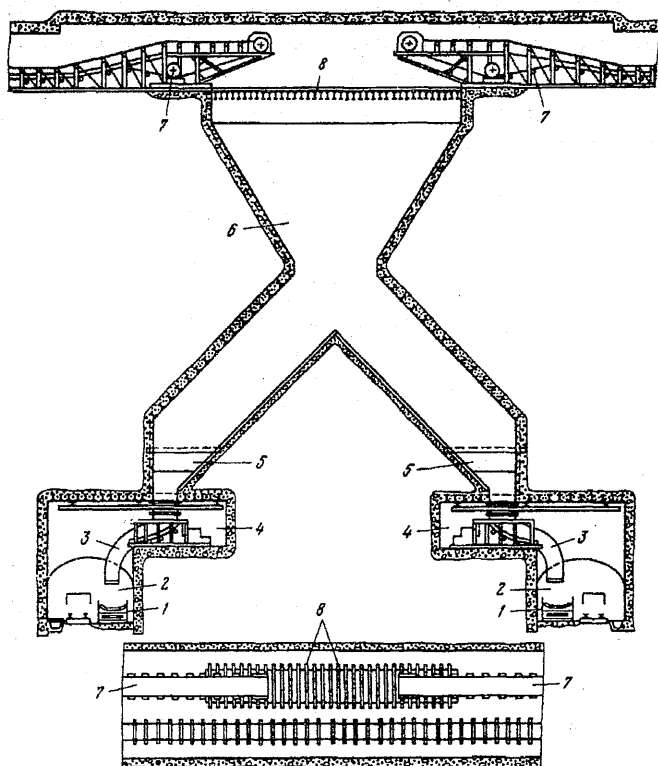


Рис. 3.10. Комплекс камер загрузочного устройства при наклонных стволах:

1 — ленточные конвейеры наклонных стволов; 2 — наклонные стволы шахты; 3 — желоба для подачи горной массы на ленточные конвейеры стволов; 4 — питатели; 5 — выпускные воронки бункера, оборудованные затворами; 6 — приемный бункер; 7 — ленточные конвейеры на транспортном горизонте; 8 — колосниковый грохот бункера

### 3.4. Очистка зумпфа ствола при скиповом подъеме

В процессе загрузки скипов часть горной массы просыпается в зумпф ствола. Объем просыпающейся горной массы изменяется в зависимости от производительности шахты, вместимости скипа, степени совершенства конструкции и технического состояния загрузочно-разгрузочных устройств. Количество горной массы, просыпающейся в

зумпфы шахт, составляет не менее 15 т в сутки, или 1–2 % суточной производительности шахты. Совершенствование конструкции загрузочных устройств позволяет снизить просыпание горной массы до 0,5–0,7 %. Причем вместе с просыпающейся горной массой в зумпфах также скапливается вода от остаточного притока ее в стволах.

Глубина зумпфов скиповых стволов достигает значительной величины (50–70 м), что обуславливается большой вместимостью аккумуляющих бункеров, конструкцией дозаторных устройств, а также применением для подъема (при глубоких стволах) многоканатных подъемных установок с большегрузными скипами и хвостовыми канатами.

Зумпф обычно очищают механическим способом. На рис. 3.11 представлена одна из возможных схем очистки зумпфа. Просыпающаяся горная масса вместе с остаточным притоком воды перемещается в камеру обезвоживания, размещенную в зумпфе ствола.

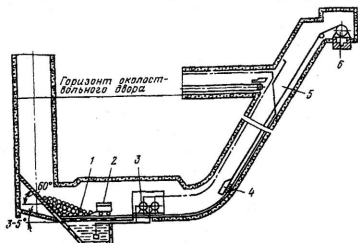


Рис. 3.11. Схема очистки зумпфа скипового подъема:

1 – куски горной массы; 2 – погрузочная машина; 3 – шламовый насос; 4 – скип (вагонетка); 5 – наклонная выработка; 6 – лебедка

В камере установлена металлическая решетка под углом 60°. Обезвоженные крупные куски горной массы 1 ковшовой погрузочной машиной 2 загружают в вагонетку или скип 4 и по наклонной выработке 5 канатной лебедкой 6 выдают на горизонт околоствольного двора и далее транспортируют к клетевому стволу. Воду и просыпавшиеся через решетку мелкие фракции горной массы откачивают в виде пульпы 3



в шламоотстойник или осветляющий резервуар водосборника околоствольного двора.

### 3.5. Дробильно-бункерные комплексы в горнорудной промышленности

Дробильно-бункерный комплекс скипового подъема в околоствольном дворе рудников отличается от загрузочных комплексов угольных шахт значительно большей сложностью, что обуславливается рядом причин: приемкой руды различного качества, а также возможным поступлением ее с вышележащих горизонтов, необходимостью подземного дробления крупных кусков руды (особенно при применении систем разработки с обрушением руды); раздельным (по качеству) размещением руды в бункерах и др.

Таким образом, дробильно-бункерный комплекс включает в себя следующие камеры: разгрузки вагонеток на горизонте околоствольного двора; дробильной установки; бункеров и др. Наряду с этими основными камерами также входит ряд вспомогательных камер: аспирации, датчиков контроля уровня руды в бункерах и др.

Основной камерой дробильно-бункерного комплекса является камера дробильной установки. В камере монтируют одну или две дробилки. Применяют щековые дробилки с загрузочными отверстиями  $900 \times 1200$  мм, а при большой мощности рудника – с загрузочными отверстиями  $1200 \times 1500$  мм, а также конусные дробилки крупного дробления.

По конструктивному исполнению дробильно-бункерные комплексы могут быть трех типов.

К первому типу относится так называемый открытый тип камеры (рис. 3.12, а), в которой размещают опрокидыватель для разгрузки вагонеток с рудой, приемный бункер дробильной установки, дробилку, мостовой кран и приемный бункер дробленой руды. Все это оборудование и бункеры расположены в одной камере, объем которой достигает  $2,5\text{--}4,5$  тыс.  $\text{м}^3$ , а при наличии двух дробилок в одной камере – объемом  $10\text{--}12$  тыс.  $\text{м}^3$ . Этот тип камеры характеризуется следующими преимуществами: простотой и удобством монтажа и ремонта оборудования. Недостаток – большой размер камеры, что вызывает значительные трудности при ее сооружении, особенно в неустойчивых породах.

Ко второму типу дробильно-бункерных комплексов (рис. 3.12, б) относятся камеры закрытого типа. Такая компоновочная схема позволяет осуществить передачу руды с верхних горизонтов рудника и иметь относительно ограниченные размеры камеры. К недостатку этого типа комплекса можно отнести сложность монтажа оборудования.

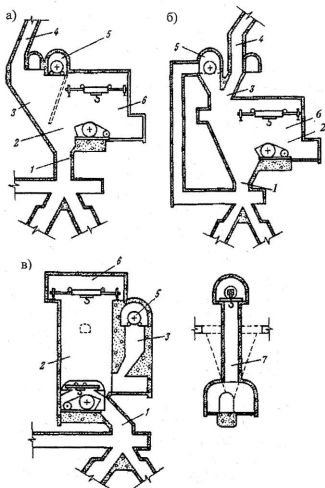


Рис. 3.12. Схемы комплексов дробильно-бункерных камер:

а – открытый тип, б – закрытый тип, в – полуоткрытый тип; 1 – бункер дробленой руды; 2 – камера дробилки; 3 – приемный бункер; 4 – перепускной восстающий; 5 – камера опрокидывателя; 6 – камера мостового крана; 7 – монтажная щель

К третьему типу относятся дробильно-бункерные комплексы полукрытого типа (рис. 3.12, в). В этом варианте камера дробилки соединена с камерой мостового крана монтажной щелью шириной около 2 м. Преимущества этого комплекса заключаются в возможности сооружения его в породах различной прочности и в удобстве доставки оборудования в камеру. Недостатками этого типа камер являются большие объемы выработок (8–12 тыс. м<sup>3</sup>), большая высота общей камеры (25–30 м), затруднения при монтаже оборудования.

На рис. 3.13 показана общая компоновочная схема дробильно-бункерного комплекса закрытого типа при скиповом подъеме. Камеру разгрузки при транспортировании в глухих вагонетках оборудуют круговым опрокидывателем 19 на одну или две вагонетки, а при применении вагонеток с разгрузкой через боковую стенку – боковыми опрокидывателями. Ниже камеры разгрузки располагают приемный бункер 17, в котором установлен колосниковый грохот 16 для отсева мелких фракций руды, в результате чего фракции руды, подлежащие дроблению (свыше 300 мм), уменьшаются в значительных пределах. При большой крепости руды и меньшем количестве мелких фракций целесообразно применение виброгрохотов, что позволяет снизить объем работы дробильной установки на 20–25 %. Крупные глыбы руды, скатываясь с грохота, поступают в камеру бутобоя 15, где и разбиваются на более мелкие куски.

Руда с верхних горизонтов поступает по перепускному восстающему 20, который на приемном горизонте для регулирования подачи оборудуют секторным затвором 18. Для равномерной подачи руды из приемного бункера в загрузочное отверстие дробилки устанавливают пластинчатый питатель 14. Для пылеулавливания в камере разгрузки вагонеток монтируют установку аспирации с фильтрами 21. Дробилку 12 монтируют на массивном фундаменте. Для монтажных и ремонтных работ в камере устанавливают мостовой кран. В камеру дробления из ствола проводят монтажную выработку 10, по которой доставляют оборудование в дробильную камеру. Также рядом с камерой дробления располагают камеру аспирации 13. Ниже выпускного отверстия дробилки 11 размещают камеру передвижной загрузочной воронки 9, с помощью которой дробленая руда распределяется в два бункера 8. Если сортов руды больше, то руду в соответствующие бункеры распределяют с помощью челнокового конвейера. Бункеры снабжены затворами 7 и пластинчатыми питателями 5. Руда с питателей поступает на

конвейер 6, установленный в выработке 4. Далее руда поступает в дозаторы 3 скипового подъема. Просыпающуюся при загрузке в скипы руду улавливают желобом 2 и загружают в выработку 1 в вагонетки.

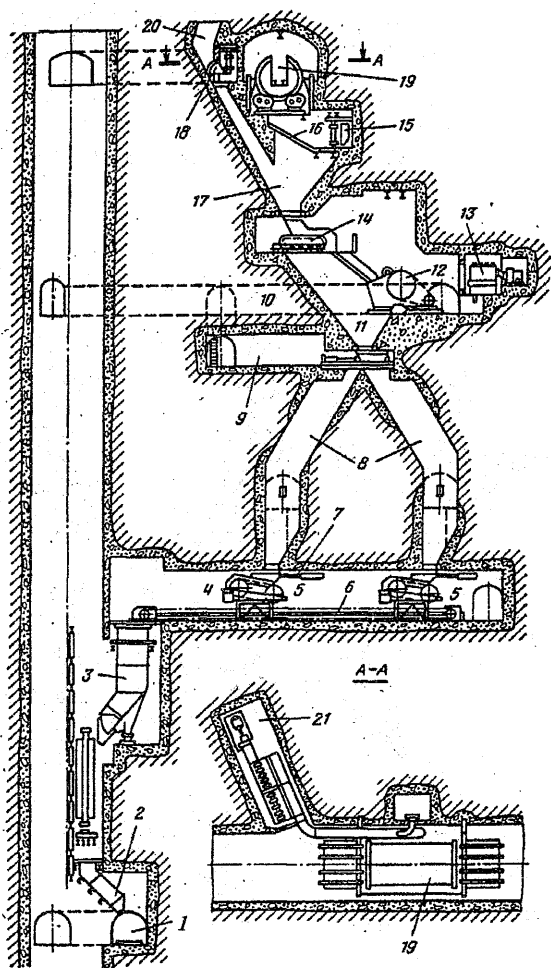


Рис. 3.13. Комплекс камер, дробильно-бункерных камер и загрузочного устройства:

1 – выработка; 2 – желоб; 3 – дозатор; 4 – выработка; 5 – пластинчатый питатель; 6 – конвейер; 7 – затворы; 8 – бункеры; 9 – камера передвижной загрузочной воронки; 10 – монтажная выработка; 11 – выпускное отверстие дробилки; 12 – дробилка; 13 – камера аспирации; 14 – пластинчатый питатель; 15 – камера бутобоя; 16 – колосниковый грохот; 17 – приемный бункер; 18 – секторный затвор; 19 – круговой опрокидыватель; 20 – перепускной восстающий; 21 – установка для аспирации

При проектировании необходимо учитывать большую твердость руды, и в связи с этим возможно быстрое истирание обделки бункеров.

На рис. 3.14 показан бункер дробленой руды на шахте № 55 Дзержинского рудника. Бункер закреплен литыми диабазовыми блоками (деталь А рис. 3.14). Блоки укладывали с привязкой швов на цементном растворе. Верхнюю лобовую часть бункера, где может иметь место ударная нагрузка от падающей от дробилки руды, футеруют броневыми плитами толщиной 50 мм, которые закрепляли железобетонными анкерами.

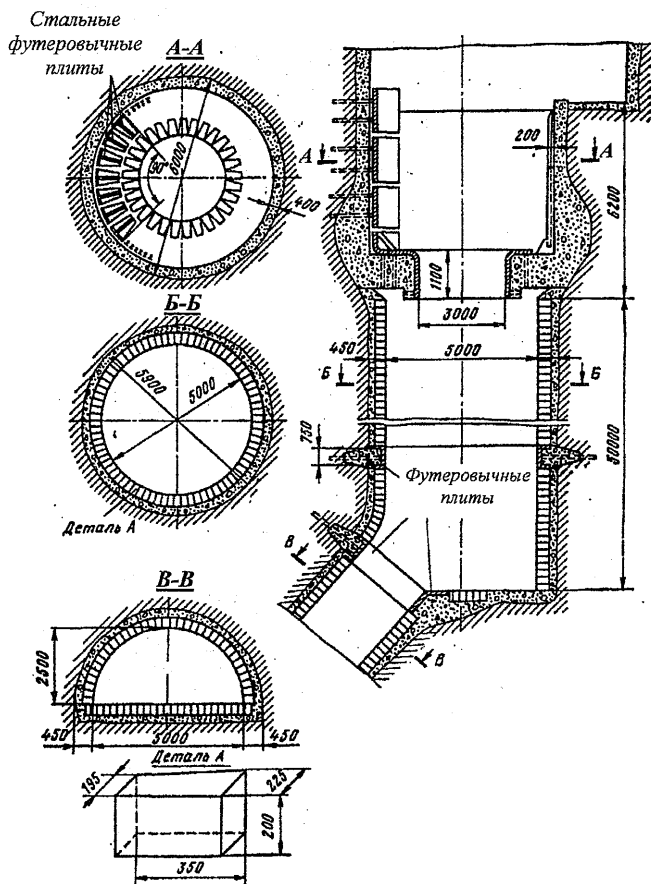


Рис. 3.14. Детали бункера дробленой руды



Суммарный объем дробильно-бункерного комплекса достигает весьма большой величины 12–15 тыс. м<sup>3</sup>. Различное положение выработок в пространстве, сложная обделка бункеров, весьма трудоемкие монтажные работы вызывают большие затраты времени на строительство дробильно-бункерных комплексов. Так, например, на шахте "Сидеритовая" Байкальского рудоуправления при суммарном объеме комплекса 15 тыс. м<sup>3</sup> было затрачено 810 суток.

Большие объемы работ и сроки строительства вызывают весьма значительные капитальные затраты на строительство дробильно-бункерных комплексов. Все это исключает возможность иметь дробильно-бункерные комплексы на каждом рабочем горизонте, и обычно их располагают на горнорудных шахтах через 2–3 горизонта. В зарубежной практике имеют место примеры, когда дробильно-бункерные комплексы располагали на нижнем горизонте рудника и руды перепускали по капитальным перепускным восстающим с 6–8 горизонтов.

### 3.6. Комплекс камер и выработок главного водоотлива

Комплекс камер и выработок главного водоотлива (рис. 3.16) включает в себя: камеру главного водоотлива, в которой располагаются насосные агрегаты и все пусковое оборудование, водотрубный ходок, камеру осветляющих резервуаров, водосборник, соединительные ходки.

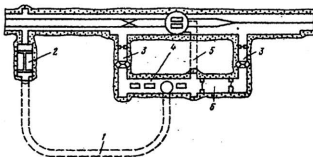


Рис. 3.16. Комплекс камер и выработок главного водоотлива:

1 – водосборник; 2 – камера осветляющих резервуаров; 3 – соединительные ходки; 4 – камера главного водоотлива; 5 – водотрубный ходок; 6 – центральная электроподстанция

Камеру главного водоотлива (насосную камеру) непосредственно соединяют с камерой центральной электроподстанции. Камеру главного водоотлива располагают в околоствольном дворе в непосредственной близости от клетевого ствола. Такое расположение камеры позволяет иметь наименьшую длину и малое число изгибов трубопроводов, что снижает вредные сопротивления при работе насосов. Водотрубный ходок небольшой длины обеспечивает непосредственную связь камеры главного водоотлива со стволом, что важно в моменты изоляции камеры (герметизации ходков в камеру из околоствольного двора) при авариях с водоотливом и временном затоплении околоствольного двора. Камеру главного водоотлива отделяют от выработок околоствольного двора в породах средней прочности целиком размером 20–25 м и в более прочных породах – размером до 15 м.

Рассмотрим отдельно камеры и выработки комплекса главного водоотлива.

Главные водоотливные установки шахты и установки в капитальных уклонах с притоком воды более  $50 \text{ м}^3/\text{ч}$  должны быть оборудованы не менее чем тремя насосными агрегатами. На рис. 3.17 показана наиболее типичная насосная камера для условий угольной промышленности при сравнительно небольших притоках воды (до  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). В камере предусматривают установку трех центробежных насосов с электродвигателями.

Насосная камера имеет водоприемный колодец 4, в который опущены всасывающие трубы насосов. Колодец соединен с водосборником 3. С выработками околоствольного двора насосная камера соединяется ходком 6, который служит для вентиляции и подачи по нему в камеру различного оборудования. Ходок оборудуют решетчатыми дверями 7 и герметичными дверями 5, которые закрывают на время возможного затопления околоствольного двора для изоляции камеры. Камеру со стволом соединяют водотрубным ходком 1. В камере настилают утепленный в бетонный пол рельсовый путь, устраивают ниши для разворота платформ с оборудованием. В стенках камеры закрепляют монтажные балки 9 и кронштейны 8 для установки нагнетательного трубопровода. Водоприемный колодец отделен бетонной перегородкой 10 от водосборника. В перегородке заделан патрубок 12, снабженный задвижкой типа Лудлю 11. Через патрубок вода поступает в колодец.

Камеру через проем 2 соединяют с центральной электроподстанцией. Форма сечения камеры сводчатая. Крепь камеры из моно-



литного бетона. Размеры насосной камеры определяются типом насосов, устанавливаемых в камере, т. е. величиной притока воды в шахту и высотой водоподъема.

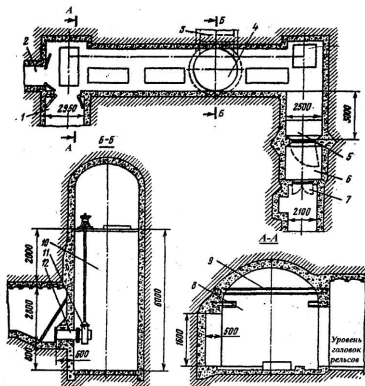


Рис. 3.17. Насосная камера главного водоотлива:

1 – водотрубный ходок; 2 – проем; 3 – водосборник; 4 – водоприемный колодец; 5 – герметичные двери; 6 – ходок; 7 – решетчатые двери; 8 – кронштейны; 9 – монтажные балки; 10 – бетонная перегородка; 11 – задвижка; 12 – патрубок

Размер камеры по длине определяют числом насосных агрегатов, исходя из их расположения вдоль продольной оси камеры в один ряд. Расстояние между насосами принимают не менее 1 м. По ширине размер камеры принимают не менее суммарного расстояния, определяемого шириной платформы для перевозки оборудования, шириной насосных агрегатов и зазоров по 200 мм со стороны рельсового пути и со стороны насосов до стенок не менее 500 мм. Высоту камеры во-

доотливных установок определяют с учетом превышения отметок фундаментов насосов над уровнем пола камеры не менее 100 мм. Подъем оборудования грузоподъемными средствами над рельсовой платформой в камерах должен быть на высоту не менее 150 мм при зазоре не менее 100 мм между грузоподъемными средствами и нагнетательным трубопроводом, располагаемым поверху на высоте не менее 1800 мм. Установки электрооборудования в незаглубленных камерах располагают таким образом, чтобы места, доступные для проникновения воды к токоведущим частям электрооборудования, были на высоте не менее 1000 мм от головок рельсов околоствольного двора (у ствола). При определении размеров камер необходимо также учитывать размещение средств автоматизации и грузоподъемных механизмов.

Когда приток воды достигает  $5000 \text{ м}^3/\text{ч}$  и более, применяются заглубленные насосные камеры с отрицательной высотой всасывания, т. е. насосы в камере располагают на 4–5 м ниже уровня воды в водосборнике. Применение заглубленных насосных камер имеет ряд преимуществ: упрощается схема автоматического управления; возможно применение спиральных насосов, имеющих более высокий коэффициент полезного действия; устраняется явление срыва вакуума при пуске насосов; исключается явление кавитации; повышается подача насоса и др. На рис. 3.18 представлена заглубленная насосная камера на 4 насоса 10НМК-2 подачей по  $800\text{--}1000 \text{ м}^3/\text{ч}$  при напоре 240 м. Насосная камера имеет два ходка 1 для всасывающих трубопроводов из водосборника. Ходки имеют водонепроницаемую железобетонную двухслойную перемышку 2 с гидроизоляционным слоем, в которую герметично заделаны патрубки 3 всасывающих трубопроводов и патрубки 4 датчика уровня. Насосную камеру с помощью наклонного ходка 5 соединяют с околоствольным двором. Ходок оборудуют лестницами и рельсовым путем для подачи оборудования в камеру, а также трубным ходком 6 для прокладки нагнетательного трубопровода в ствол шахты и соединительным ходком 7 с электроподстанцией.

Камера имеет круглое сечение, что обеспечивает большую прочность крепи при восприятии горного и гидростатического давления. Крепь – железобетонная, двухслойная, с внутренней гидроизоляцией. Суммарная толщина крепи 0,5 м.

На ряде рудников (Лениногорский, Миргалимсайский, Текелийский и др.) заглубленные насосные камеры получили широкое распространение. При этом размеры камер обычно следующие: длина

34–42 м, ширина 6 м, высота 5,5 м.

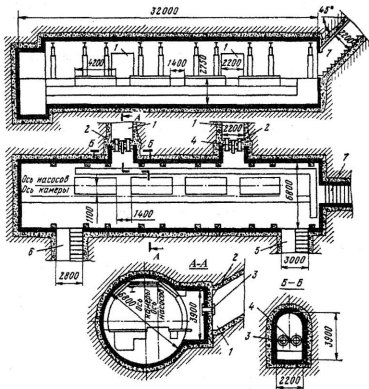


Рис. 3.18. Заглубленная насосная камера:

1 – ходки; 2 – железобетонная перемычка; 3 – патрубки всасывающих трубопроводов; 4 – патрубки датчика уровня; 5 – наклонный ходок; 6 – трубный ходок; 7 – электроподстанция

Как указывалось выше, заглубленные насосные камеры особо целесообразно иметь при больших притоках воды и достаточно устойчивых и водонепроницаемых породах, так как прочная и водонепроницаемая крепь может обеспечить полную надежность работы камер.

Водотрубный ходок соединяет насосную камеру со стволом (рис. 3.19) и располагается наклонно (с углом до  $20^\circ$ ) с выходом в ствол выше пола насосной камеры не менее чем на 7 м. Длина ходка с учетом камеры для размещения лебедки составляет около 25 м, форма сечения сводчатая с размером в свету  $5,8 \text{ м}^2$ . Сопряжение ходка с насосной камерой закрепляют в кровле металлическими балками. На верхней пло-

шадке ходка располагают лебедку. Ходок оборудуют сходнями и рельсовым путем, а также кронштейнами для установки нагнетательного трубопровода.

Вода из горных выработок шахты поступает в водосборники, располагаемые в околоствольном дворе. Наличие водосборников обуславливается двумя причинами: необходимостью создания резервной емкости для воды в случае выхода из строя водоотливных установок (выключение энергии, аварии с трубопроводами и др.), а также для освобождения воды от различных механических примесей (частишки породы и угля и др.), которые вода несет по водоотливным канавкам выработок со значительной скоростью (до 0,25–0,4 м/с).

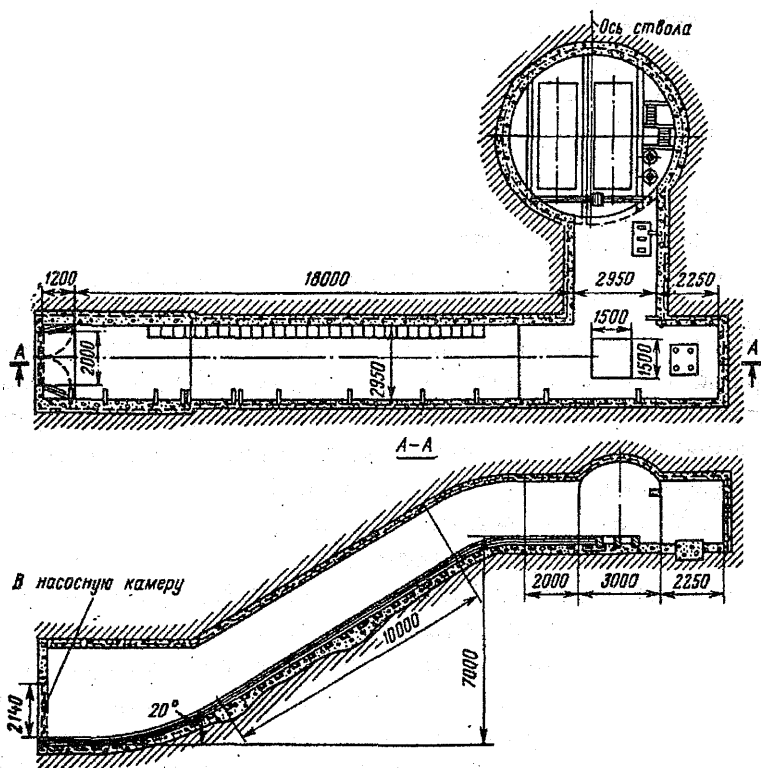


Рис. 3.19. Водотрубный ходок

Вместимость водосборников рассчитывают на нормальный приток воды в шахте в течение 4 часов, а участковых – в течение 2 часов.

На ряде рудников притоки воды достигают 2500–12000 м<sup>3</sup>/ч, и в этих условиях применение водосборников, рассчитанных на приток воды в течение 4 часов, очевидно, нереально, так как потребовалось бы иметь водосборники вместимостью до 50 тыс. м<sup>3</sup>. В подобных условиях вместимость водосборника может быть рассчитана на приток воды в течение 1,5–2 часов при осуществлении повышенных требований, обеспечивающих высокую надежность работы насосных агрегатов и питание их энергией (при соответствующем разрешении горно-технического надзора).

Отстой воды может быть в зависимости от величины притока и степени ее загрязненности осуществлен с помощью специальных осветляющих резервуаров и непосредственно в водосборниках. Применение осветляющих резервуаров возможно при ограниченных притоках воды (до 150–300 м<sup>3</sup>/ч). Осветление воды во всех случаях достигается в результате резкого снижения скорости движения воды в резервуаре или водосборнике по сравнению со скоростью движения воды в водоотводных канавках.

На рис. 3.20 показана камера осветляющих резервуаров водосборника. Камеру располагают в головной части водосборника непосредственно на сопряжении его с выработками околоствольного двора.

Камера включает в себя осветляющий резервуар 8, в который поступает вода из канавок околоствольного двора. Входные канавки 3 резервуара позволяют распределять воду в два его отсека (резервуар разделен для этого продольной перегородкой). В осветляющем резервуаре осадки выпадают из воды и скапливаются на его дне. Осветленная вода из резервуара по двум трубам 5 (диаметром 350 мм) поступает в водосборник 7. Удаление шлама из осветляющих резервуаров может быть осуществлено с помощью скреперной установки или через специальный питатель, из которого с помощью напора воды от насосов главного водоотлива шлам вымывается на поверхность. Для удаления шламов с помощью скреперной установки отсеки осветляющих резервуаров имеют пологий уклон, переходящий в железобетонную наклонную эстакаду 4. Скреперную лебедку располагают в камере 1. Скрепер, захватывая шламовую пульпу, разгружает ее через наклонный полук в вагонетки, устанавливаемые в выработке 2. В камере также предусмотрено помещение 6 для размещения питателей для удаления шлама с помощью насосов. Очистку резервуаров от шлама с помощью скреперной установки можно признать более надежной.

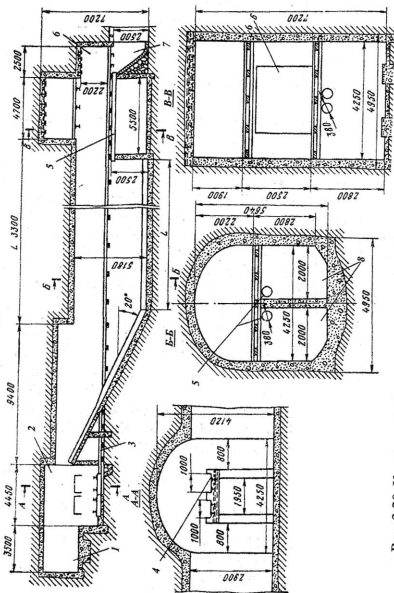


Рис. 3.20. Камера осветляющих резервуаров:

1 – камера скреперной ледетки; 2 – выработка; 3 – входные канавки; 4 – эстакада; 5 – трубы; 6 – помещение для размещения питателей и удаления шлама; 7 – водосборник; 8 – осветляющий резервуар

Таблица 3.1

Тип	Приток воды, м <sup>3</sup> /ч	Длина осветляющих резервуаров, м	Объем камеры в свету, м <sup>3</sup>
I	150	10	700*/430
II	300	20	900*/625

\* В числителе приведен объем камеры при очистке ее скрепером, в знаменателе – насосом.

В зависимости от притока воды разработаны два типоразмера осветляющих резервуаров (табл. 3.1).

При применении камер осветляющих резервуаров водосборник имеет одну выработку. При отсутствии камер осветляющих резервуаров осветление воды происходит непосредственно в выработках водосборника. В этом случае регулирование подачи воды и очистку ее от шлама осуществляют с помощью двух ветвей выработок водосборника. Каждая ветвь водосборника имеет сообщение с выработками околоствольного двора и колодцем всаса насосной камеры.

Вода в водосборнике должна иметь небольшую скорость движения, обеспечивающую выпадение из нее взвешенных частиц. Обычно для надежного осветления воды достаточно иметь скорость ее движения в водосборнике до 0,02 м/с. Профиль дна водосборника изменяется. В районе водоспуска профиль дна водосборника должен иметь наибольшую глубину, так как основная масса шлама выпадает в водосборнике за первые 5–10 мин. Длина впадины водосборника  $L$  обычно изменяется от 10 до 12 м. Ее можно определить по формуле

$$L = tv_0, \quad (3.7)$$

где  $v_0$  – скорость движения воды в водосборнике, м/с;  $t$  – время выпадения шламов из воды, с.

Профиль дна водосборника в этой части должен иметь глубину впадины, обеспечивающую вместимость около 40 % выпадающего из воды шлама. Дно водосборника обычно принимается горизонтальным или с уклоном 0,001–0,002 в сторону, противоположную направлению движения воды. Площадь сечения водосборника, обеспечивающая выпадение шлама из воды:

$$S_{вод} = Q_{max} v_{ос} \quad (3.8)$$

где  $Q_{max}$  – максимальный расход воды, проходящей через водосборник,  $m^3/c$ , равный подаче работающих насосных агрегатов за минусом притока воды в водосборник.

Сечение водосборника аналогично сечению однопутной выработки с площадью не менее  $4,5 m^2$ . Закрепляют водосборник сборной крепью из железобетона или дерева. Очистку водосборника от шлама производят не реже двух раз в год. Сопряжение водосборника с водораспределительным колодцем насосной камеры будет изменяться в зависимости от числа ветвей водосборника, примыкающих к колодцу.

На рис. 3.21 показана схема расположения двух водосборников и примыкания их к водозаборному колодцу насосной камеры.

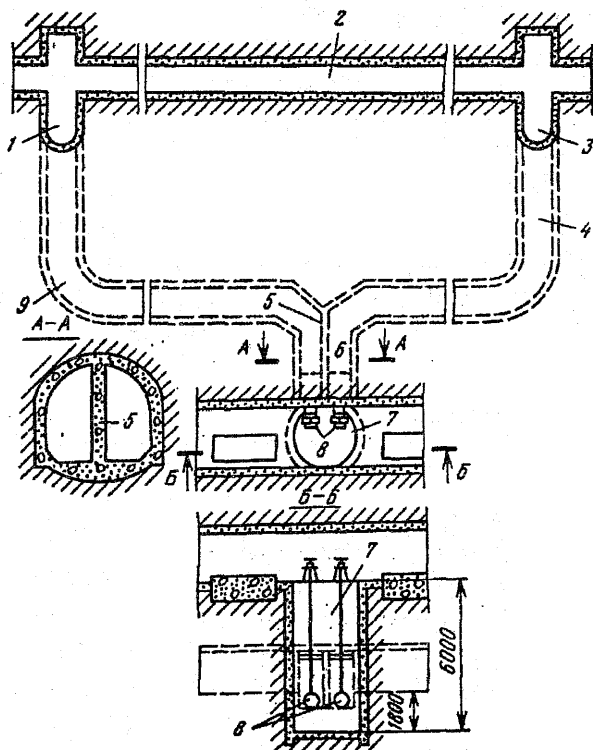


Рис. 3.21. Схема расположения двух водосборников:

1, 3 – ходки для очистки водосборников; 2 – выработка околостольного двора; 4, 9 – водосборники; 5 – водонепроницаемая перегородка; 6 – выработка; 7 – водораспределительный колодец; 8 – патрубки с задвижкой



Водосборники 9 и 4 с помощью наклонных выработок 1 и 3 (так называемых ходков для очистки водосборников) сообщаются с выработкой 2 околоствольного двора. Наклонные выработки 1 и 3 непосредственно переходят в водосборники, угол их наклона принимается не более  $20^\circ$ .

Водосборники 9 и 4 в месте их встречи с выработкой 6, примыкающей к колодезю 7, разделяют продольной водонепроницаемой перегородкой 5. Таким образом, перекрывая подачу воды из выработок околоствольного двора в одну из ветвей водосборника, можно осуществлять ее изоляцию на время очистки воды от шлама. Водораспределительный колодезь 7 на участках его сопряжения с водосборником изолирован водонепроницаемой перемышкой, в которую вмонтированы два патрубка 8 с задвижкой Лудло, с помощью которых можно подавать воду в колодезь из каждого водосборника самостоятельно или изолировать насосную камеру от водосборников.

Объем комплекса главного водоотлива изменяется в широких пределах. Так, например, на шахте "Южно-Донбасская №1" объем комплекса составляет  $9970 \text{ м}^3$ , приток воды —  $350 \text{ м}^3/\text{ч}$  (28-часовой приток). На шахте "Ждановская-Капитальная №1" вместимость водосборника равна  $2900 \text{ м}^3$ , приток воды —  $380 \text{ м}^3/\text{ч}$  (7-часовой приток).

Процентное соотношение различных выработок в водоотливном комплексе ориентировочно может быть принято: насосные камеры — 35 %, водотрубный ходок — 9 % и водосборники — 56 %.

### 3.7. Центральная подземная электроподстанция

Центральную электроподстанцию (рис. 3.22) обычно располагают в блоке с насосной камерой, от которой ее отделяют бетонной перегородкой с решетчатой металлической и противопожарной дверями. Такое расположение подстанции определяется тем, что насосная камера является одним из основных потребителей электроэнергии в околоствольном дворе, в случае какой-либо аварии (затопление выработок околоствольного двора) насосная камера и подстанция могут быть совместно изолированы благодаря наличию герметичных дверей в ходках. Сообщение в этом случае с камерами будет осуществляться через водотрубный ходок. Подстанция обычно состоит из двух камер —

трансформаторной и камеры комплексных распределительных устройств. В трансформаторной камере устанавливают силовые трансформаторы (обычно два трансформатора), а в камере распределительных устройств – распределительные устройства высокого напряжения, реле утечек, аппаратуру автоматизации и телемеханики. Электрооборудование должно быть установлено так, чтобы места, доступные для проникновения воды к токоведущим частям электрооборудования, были на высоте не менее 1 м от головки рельсов околоствольного двора клетового ствола.

Южгипрошахт разработал типовые проекты камеры центральной электроподстанции 6/0,7 кВ. Эти камеры имеют длину 22–45 м при числе распределительных устройств от 10 до 30; ширина камеры при колее 600 мм – 4450 мм и при колее 900 мм – 4750 мм. В камере предусмотрена настилка утопленного в бетонном полу рельсового пути. Пол подстанции должен быть выше на 500 мм отметки почвы примыкающей выработки.

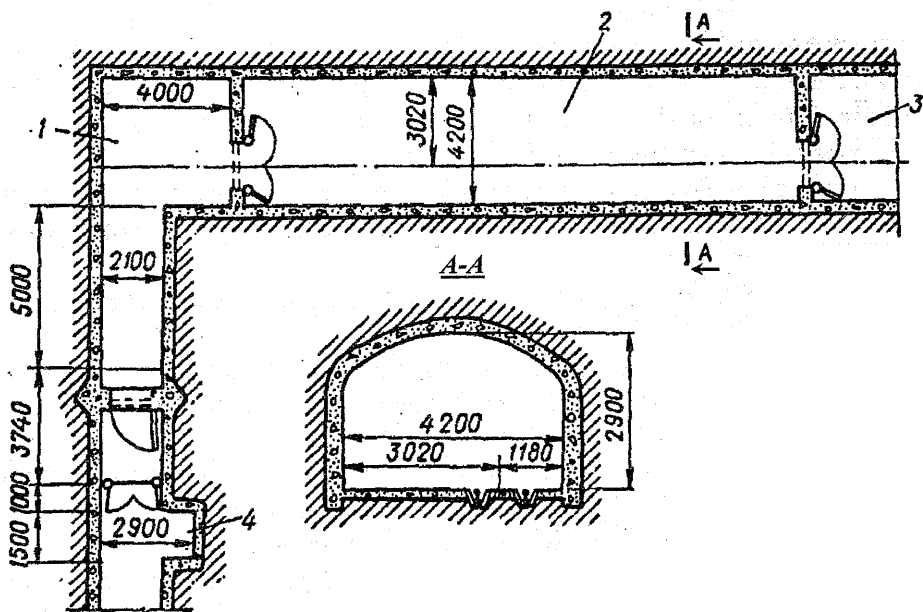


Рис. 3.22. Центральная подземная электроподстанция:

1 – трансформаторная камера; 2 – камера комплектных распределительных устройств; 3 – насосная камера; 4 – ниши противопожарного оборудования

### 3.8. Комплекс выработок и камер подземного склада взрывчатых материалов

Подземные склады взрывчатых материалов (ВМ) проектируют с учетом мощности шахты и фактического расхода взрывчатых веществ (ВВ) при добыче полезного ископаемого. Склады ВМ располагают таким образом, чтобы протяженность пути транспортирования от клетового ствола к складу, а также длина сбойки для его проветривания были бы минимальными

Расположение подземных складов должно отвечать следующим условиям:

- расстояние от любой ближайшей точки склада до ствола шахты, околоствольных выработок и камер околоствольного двора, а также вентиляционных дверей, разрушение которых может лишить притока свежего воздуха в подземные выработки шахты или значительные ее участки, должно быть не менее 100 м для камерного склада и 60 м для складов ячейкового типа;

- расстояние от ближайшей ячейки или камеры до выработок, служащих для постоянного прохода людей при складах камерного типа, должно быть не менее 25 м и ячейкового типа – не менее 15 м;

- каждый склад должен иметь два выхода;

- камеры, ячейки и все выработки склада ВМ должны быть закреплены несгораемой крепью, в устойчивых породах крепь подводящих выработок необязательна;

- проветривание склада должно производиться обособленной струей воздуха;

- предельная вместимость подземных расходных складов не должна превышать трехсуточного запаса ВВ и десятисуточного запаса средств инициирования (СИ).

На рис. 3.23 представлен склад ВМ ячейкового типа вместимостью 2880 кг ВВ и 15000 шт. электродетонаторов (ЭД).

На рис. 3.24 показан склад ВМ камерного типа.

Количество ВВ, хранящихся в ячейках, должно быть не более 400 кг, а в камерах – 2000 кг.

Основная характеристика ячейкового и камерного складов ВМ, разработанных Южгипрошахтом, приведена в табл. 3.2.



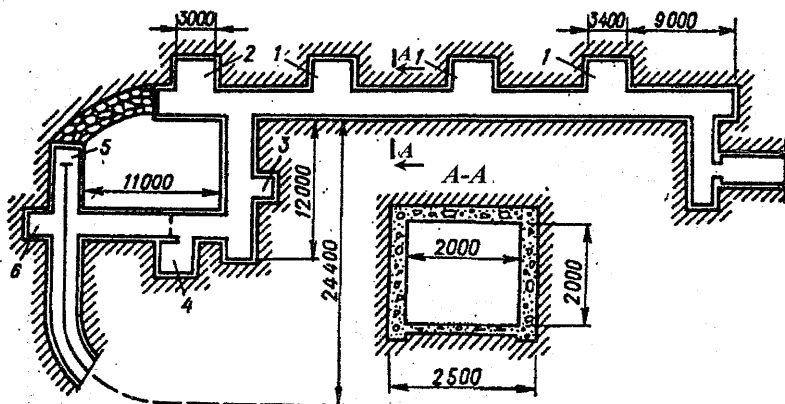


Рис. 3.24. Склад взрывчатых материалов камерного типа:

1 – камеры для хранения ВВ; 2 – камера для хранения средств инициирования; 3 – камера для проверки электродетонаторов; 4 – камера для раздачи взрывчатых материалов; 5 – место для стоянки вагонеток и временного хранения тары; 6 – камера для электро-распределительных устройств

Таблица 3.2

Вместимость склада		Число ячеек (камер)	Длина склада, м	Объем выработки склада в свету, м <sup>3</sup>
ВВ, кг	СИ, шт.			
Ячейковый склад ВМ				
720	5000	2	30,8	300
1080	7000	3	36,7	320
1440	9000	4	42,6	365
2160	12000	6	54,4	425
Камерный склад ВМ				
1920	12000	1	25,4	390
3840	24000	2	37,0	470
5760	32000	3	48,4	580
7680	32000	4	60,0	650

### 3.9. Комплекс выработок и камер депо электровозов

Камеры депо электровозов в околоствольном дворе располагают так, чтобы можно было обеспечить быстрый и без маневров выезд

электровозов из депо на порожняковую ветвь околоствольного двора, а также заезд электровозов для ремонта и стоянки в депо.

В зависимости от газового режима шахты для транспортирования по горизонтальным выработкам применяют контактные или аккумуляторные электровозы. В шахтах, не опасных по газу (метану) и пыли, применяют контактные электровозы, в шахтах, опасных по газу, – аккумуляторные. В выработках со свежей струей воздуха шахт I и II категорий по газу допускается применение контактных электровозов в рудничном исполнении. Тип применяемых электровозов оказывает существенное влияние на комплекс камер электровозного депо.

Комплекс выработок депо контактных электровозов обычно включает в себя ремонтную мастерскую и заезды в депо. В табл. 3.3 приведены схемы и основные размеры указанных типов камер электровозного депо. Депо для контактных электровозов включает в себя камеру-мастерскую для ремонта.

Таблица 3.3

Инвентарное число электровозов	Основные показатели			Схема депо
	длина L, м	ширина В, м	высота Н, м	
Депо обособленного типа				
2-7	12,5	4,2	3,7	
9-10	18	4,2	3,7	
11-14	20	4,2	3,7	
17-18	31	4,2	3,7	
Депо на расширение выработки с учетом уширений для путей				
2-7	25,5	6,1	3,97	
9-10	30,5	6,1	3,97	
11-14	50	6,1	3,97	
17-18	60	6,1	3,97	

Размеры камеры принимают в зависимости от числа инвентарных электровозов. Депо контактных электровозов включает еще заезд-стоянку, где располагают только запасные электровозы. Рабочие электровозы можно располагать в нерабочие смены в околоствольном дворе. Депо контактных электровозов может быть расположено в обособленной выработке или на расширении транспортной выработки.

Сооружение камеры на расширении выработки может быть осуществлено в более короткие сроки и значительно проще с точки зрения производства горных работ. Сооружение камер на расширении целесообразно также в устойчивых породах и при ограниченном сроке их службы. На рис. 3.25 показана камера для осмотра и ремонта электровозов.

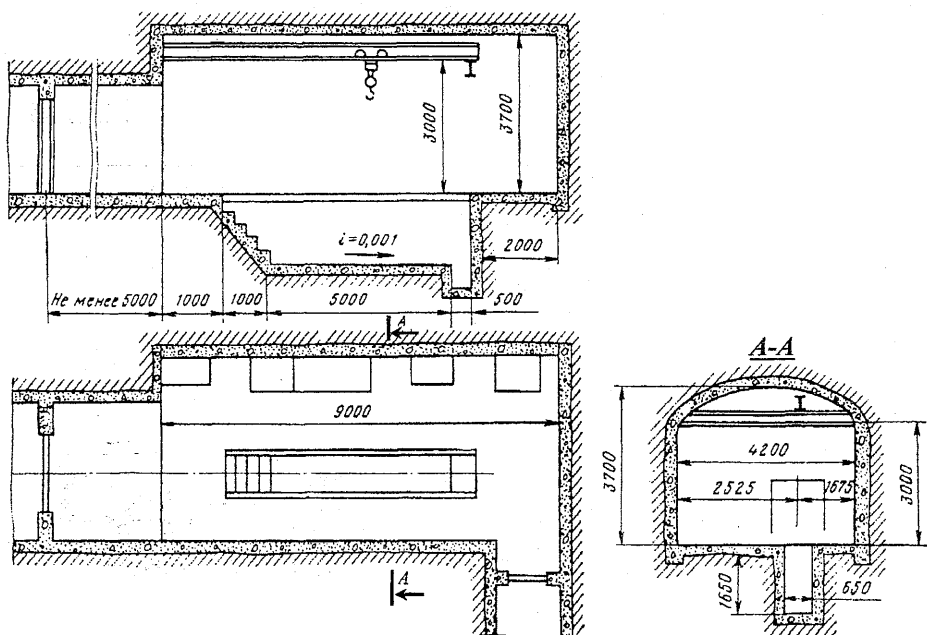


Рис. 3.25. Камера осмотра и ремонта электровозов

В камере предусматривают смотровую яму шириной не более 1 м, глубиной 1,65 м и длиной, равной длине принятого типа электровоза при одном ремонтном месте и не менее суммарной длины двух электровозов при двух ремонтных местах. Высоту камеры определяют с учетом размещения монтажных балок на высоте не менее 3 м. В камере размещают необходимый набор станков, стеллажи для деталей, верстак и

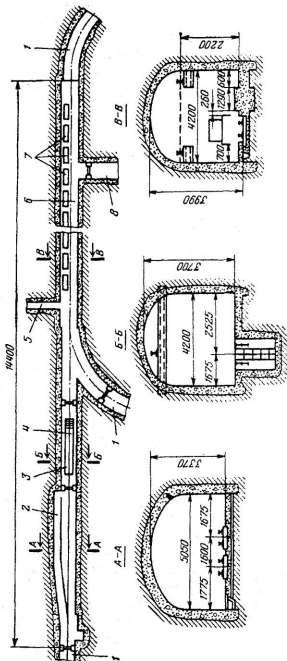


Рис. 3.26. Депо аккумуляторных электровозов:

1 – заезд в депо; 2 – место стоянки; 3 – ремонтная мастерская; 4 – смотровая яма; 5 – вентиляционная сбойка; 6 – зарядная камера; 7 – бетонные тумбы для установки аккумуляторных батарей; 8 – преобразовательная подстанция

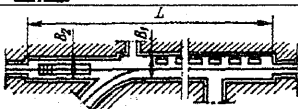
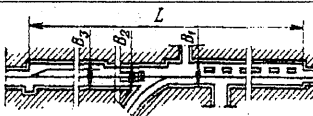


другое оборудование для ремонта и обслуживания электровозов. Камеру от выработок околостольного двора отделяют противопожарными дверями и закрепляют огнестойкой крепью.

Комплекс выработок депо аккумуляторных электровозов более сложен и включает в себя зарядную камеру для аккумуляторных батарей, ремонтную мастерскую, выпрямительную подстанцию, выработки для стоянки запасных электровозов и заезды в депо. Депо аккумуляторных электровозов обычно располагают в обособленной выработке. На рис. 3.26 представлено депо на 18 инвентарных электровозов.

Основные размеры депо аккумуляторных электровозов 8 АРП и 12 АРП приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Инвентарное число электровозов	Основные показатели, м				Схема депо
	длина депо	ширина камеры			
		зарядной	ремонтной	для стоянки	
2-3	23-30	4,2	3,7		
5-10	55-80	4,2	3,7		
12-14	92-105	4,2	3,7		
17-18	130-144	4,2	3,7	5,05	

Длину зарядной камеры депо определяют с учетом расстояния между батареями, равного 1000 мм, и ширины свободного прохода не менее 2500 мм между крайним зарядным столом и стенкой камеры. Ширина зарядной камеры определяется размерами зарядных столов и электровозов, зазорами между крепью и столом, которые должны быть не менее 600 мм, зазорами между столом и электровозом (250 мм), а также размерами прохода для людей (не менее 700 мм). Высота камеры должна быть не менее 2200 мм. Депо аккумуляторных электровозов должно иметь один заезд в камеры при инвентарном числе электровозов до 3; два заезда – при числе электровозов до 10 и три заезда – при

более 10 электровозов. Заезды в депо электровозов должны быть оборудованы противопожарными дверями. Камеры и выработки депо закрепляются огнестойкой крепью.

Камера преобразовательной подстанции (рис. 3.27) является частью комплекса электровозного депо. Она включает два отделения — трансформаторное 2 и преобразовательное 3. Преобразовательную камеру соединяют с зарядной камерой 4 и откаточной выработкой 1 околоствольного двора. Камеру от выработок отделяют противопожарными дверями. В зависимости от инвентарного числа электровозов 8АРП и 12АРП длина камеры при 6–9 электровозах составляет 13–16 м, а при 10–14 электровозах 17–25 м.

Комплекс камер электровозного депо при применении аккумуляторных электровозов необходимо проветривать самостоятельной струёй воздуха, для чего от депо проводят вентиляционную сбойку в ствол с исходящей струей.

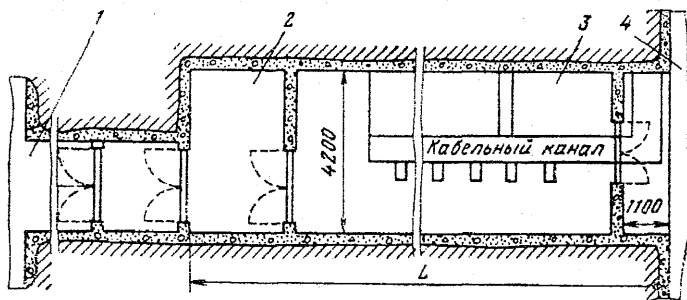


Рис. 3.27. Камера преобразовательной подстанции:

1 — выработка околоствольного двора; 2 — трансформаторное отделение; 3 — преобразовательное отделение; 4 — зарядная камера

### 3.10. Камеры вспомогательного назначения

Как указывалось выше, к камерам вспомогательного назначения, располагаемым в околоствольном дворе, относятся камеры ожидания, медицинского пункта, депо противопожарного поезда, санузел др. Также возможно в отдельных случаях расположение в районе выработок околоствольного двора располагать камеры горноспасательного пункта, хранения и ремонта бурильных машин и диспетчерской службы.

Камеры ожидания предназначены для размещения рабочих, ожидающих выезда из шахты после работы или отправки их пассажирским поездом на место работ (рис. 3.28). Камеры располагают в околоствольном дворе в непосредственной близости от клетевого ствола, по которому производят спуск и подъем людей. Такое расположение камер диктуется стремлением создать условия, при которых люди безопасно и быстро могли бы подойти к стволу при посадке в клеть. Кроме того, камеры ожидания должны быть соединены с местом стоянки пассажирского поезда, откуда людей отвозят на работу.

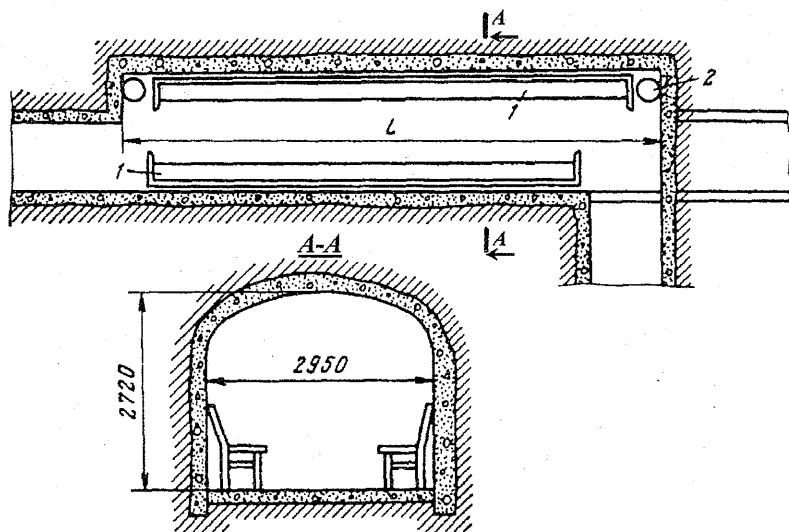


Рис. 3.28. Камера ожидания:

1 – скамьи для рабочих; 2 – бак для питьевой воды

Камеру располагают в обособленной выработке. С помощью ходков ее соединяют с клетевой ветвью околоствольного двора и местом стоянки пассажирского поезда.

Камеру оборудуют скамьями для рабочих 1, баком для питьевой воды 2 и другим оборудованием. Скамьи располагают вдоль стен камеры. Длину камеры (скамей) определяют из расчета 0,4 м на одного рабочего, а площадь пола камеры из расчета 0,5 м<sup>2</sup> на одного рабочего. Длина камер  $L$  может быть 10, 15 и 23 м, т.е. на 50, 75 и 100 рабочих соответственно. При большом числе рабочих скамьи в камере располагают в четыре ряда.

Камера медицинского пункта предназначена для оказания первой медицинской помощи пострадавшим в шахте трудящимся. Камеру располагают обособленно в самостоятельной выработке или ее соединяют с помощью ходка с камерой ожидания. Камера имеет два выхода — один на клетевую ветвь околоствольного двора и второй на грузовую ветвь скипового ствола в районе стоянки пассажирского поезда. Камера медицинского пункта имеет два отделения: одно для приема и регистрации и ожидания больных и второе для оказания медицинской помощи. Камеру оборудуют необходимым инвентарем и материалами (мебель, умывальники, перевязочные материалы, кислородный аппарат и др.).

На рис. 3.29 представлена камера медицинского пункта, размеры которой  $3 \times 7,4$  м. Форма сечения камеры прямоугольная, ее объем в свету около  $100 \text{ м}^3$ .

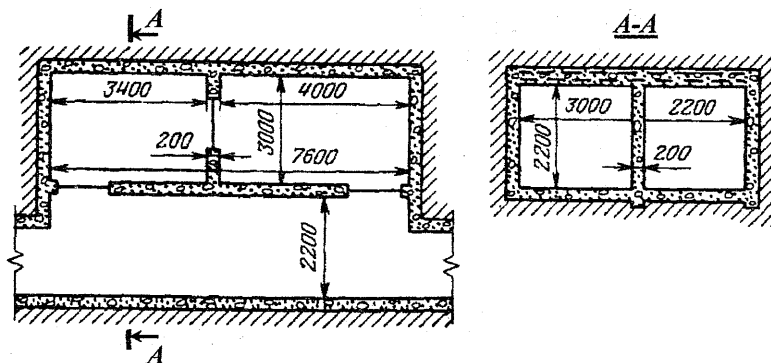


Рис. 3.29. Камера медпункта

Ходки в камеры медицинского пункта и ожидания оборудуют дверями. Привязка камер ожидания и медицинского пункта к выработкам околоствольного двора показана на рис. 3.30.

Камера депо противопожарного поезда предназначена для размещения в ней противопожарного поезда, который укомплектовывают средствами пожаротушения, противопожарными материалами и инвентарем. Камеру располагают в околоствольном дворе на расширении выработок, идущих к депо электровозов или к складу ВМ. На рис. 3.31 показано депо противопожарного поезда. В поезде располагают вагонетки с водой, платформу с насосом, пенотушителем, инструментом, инертной пылью и песком. В депо также хранят противопожарные материалы: ящики с песком, глиной и инертной пылью, чураки для пере-

мычек, доски и др. Дено отделяют от сквозной выработки перегородкой на бетонных столбах и решетчатой дверью.

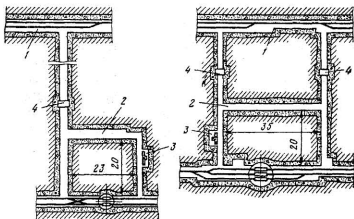


Рис. 3.30. Привязка камер ожидания и медицинского пункта к выработкам околоствольного двора:

1 – место стоянки пассажирского поезда; 2 – камера ожидания; 3 – медпункт; 4 – противопожарная дверь

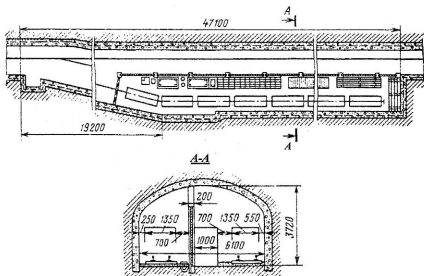


Рис. 3.31. Дено противопожарного поезда

Камеру горноспасательного пункта устраивают в шахтах, особо опасных по газу или пыли, и располагают на расширении выработки околоствольного двора. В камере хранят необходимый инвентарь, инструменты и оснащение бойцов ВГСЧ (рис. 3.32).

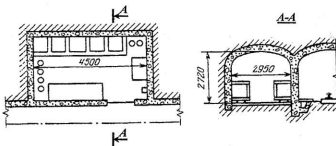


Рис. 3.32. Камера горноспасательного пункта

Камеру санузла (рис. 3.33) располагают у места стоянки пассажирского поезда. Размеры камеры определяют из расчета один унитаз или напольная чаша на 50 человек. В камере устанавливают ассенизационную вагонетку. Объем камеры  $50 \text{ м}^3$ .

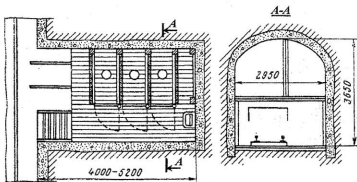
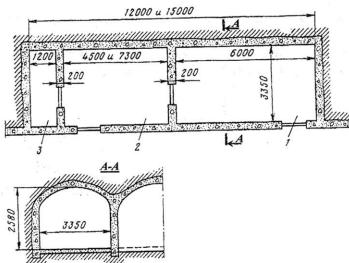


Рис. 3.33. Камера санузла

На рудниках черных и цветных металлов в околоствольном дворе располагают камеры для ремонта и хранения бурильных машин. На рис. 3.35 показана камера на 50–100 бурильных машин. Камеру размещают на расширении выработки. Площадь сечения камеры в свету  $7,8 \text{ м}^2$ . Объем камеры на 50 бурильных машин –  $100 \text{ м}^3$ , а на 100 бурильных машин –  $120 \text{ м}^3$ .



На рис. 3.34. Камера ремонта и хранения бурильных машин:

1 – инструментальная кладовая; 2 – мастерская бурильных машин; 3 – кладовая хранения смазочных материалов

Ряд камер (главного водоотлива, электростанция, склад ВМ и другие) соединяют с выработками околоствольного двора с помощью *ходов*.

На рис. 3.35, а показан ходок в камеру главного водоотлива, в ходке настилают рельсовый путь, сечение ходка сводчатое, а на участках герметических дверей – прямоугольное.

Ходок в камеру центральной электроподстанции (рис. 3.35, б) аналогичен ходкам камеры главного водоотлива. Рельсовым путем ходок не оборудуют.

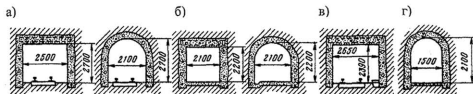


Рис. 3.35. Ходки околоствольного двора

а – ходок в камеру главного водоотлива; б – ходок в камеру центральной электроподстанции; в – ходок в склад ВМ; г – ходки в камеру ожидания и медицинского пункта

Ходок в склад ВМ (рис. 3.35, в) прямоугольного сечения оборудован рельсовым путем.

Ходки в камеры ожидания и медицинского пункта (рис. 3.35, г) рельсовым путем не оборудуются.

### Контрольные вопросы

1. Назовите главные камеры околоствольного двора.
2. Какие камеры околоствольного двора оборудуются рельсовым путем?
3. Какие камеры околоствольного двора должны иметь обособленное проветривание?
4. Для чего служит водотрубный ходок?
5. Что входит в комплекс камер и выработок главного водоотлива?

## 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОВЕРХНОСТИ ШАХТЫ

*Технологический комплекс поверхности шахты* – комплекс зданий, сооружений и оборудования, предназначенных для подъема, приема, переработки и отправки потребителям полезного ископаемого, приема и складирования породы, подачи воздуха в шахту (а при необходимости и его кондиционирования) для проветривания подземных выработок, обеспечения горных работ электро- или пневмоэнергией, бытового обслуживания трудящихся и для очистки шахтных вод.

Капитальные затраты на сооружение объектов поверхности составляют 20–30 % общих затрат на строительство шахты. Трудоемкость работ на поверхности составляет 20–25 % общей трудоемкости добычи 1 т угля. Поэтому степень совершенства поверхности существенно влияет на уровень показателей шахты. Одним из основных требований к поверхности является компактность, т. е. максимальная плотность застройки зданиями и сооружениями.

Технологический комплекс состоит из трех основных блоков: блоков главного и вспомогательного стволов, административно-бытового комбината, а также из отдельно стоящих зданий и сооружений, которые



по своим технологическим особенностям и специальным требованиям не могут быть сблокированы. К ним относятся: вентиляторная установка, открытая электроподстанция на поверхности, резервуары для воды, эстакады, градирня и др.

Блок главного (скипового) ствола состоит из копра, помещения технологического комплекса по приему угля и породы, пункта безбункерной погрузки угля в железнодорожные вагоны, станции погрузки породы, котельной и помещения подъемных установок.

Блок вспомогательного (клетевого) ствола обслуживает спуск и подъем людей, спуск различных материалов и оборудования, откатку и обмен вагонеток в клетях на поверхности. В состав блока вспомогательного ствола включают копёр, комплекс по обмену вагонеток помещения ремонтных мастерских, материальные склады, калориферную и компрессорную, если на шахте используется энергия сжатого воздуха.

Блок административно-бытового комбината (АБК) представляет собой комплекс помещений вспомогательного назначения и состоит из трех основных частей: административно-конторской, зала собраний и банной части, включающей душевые, гардеробные, ламповую, питьевую станцию и прачечную. Блок АБК соединяется с блоком вспомогательного ствола утепленным переходом (галереей или тоннелем).

Здание вентиляторной установки сооружается около клетевого ствола и соединяется с последним с помощью специальных подземных каналов.

Здание калориферной установки, предназначенной для подогрева поступающего в шахту воздуха в зимнее время, располагается у воздухоподающих стволов шахты.

При разработке пластов на больших глубинах, когда необходимо искусственное охлаждение воздуха, поступающего в шахту, имеется отдельное здание для его кондиционирования.

В технологическом комплексе предусматривают бункеры для временного хранения и погрузки угля непосредственно в вагоны, а также специальные аварийные склады на случай длительных перебоев в вывозе полезного ископаемого.

На большинстве шахт на поверхность выдается порода, составляющая до 20 % массы добытого угля. Эту породу размещают в балках или в специальных отвалах, расположенных на территории шахты или вне нее.

На отдельных шахтах имеются обогатительные фабрики для обогащения углей, поступающих с одной или нескольких шахт, а также пункты для их рассортировки по крупности.

На шахте должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по охране окружающей среды. Так из шахты в атмосферу выбрасывается большое количество загрязненного воздуха, содержащего угольную и породную пыль, примеси вредных газов, который подлежит очистке. Откачиваются загрязненные, минерализованные и кислотные воды, которые до сброса их в водоемы также должны подвергаться обработке: соответственно очистке, опреснению, нейтрализации.

На выбор схемы компоновки технологического комплекса шахты влияет ряд факторов, основными из которых являются: способ вскрытия; принятый вид шахтного подъема, взаимное расположение стволов и подъемных сосудов, число раздельно выдаваемых марок угля, производственная мощность и срок службы шахты.

На рис. 4.1 приведена схема расположения технологического комплекса поверхности шахты с вертикальными стволами. Особенности

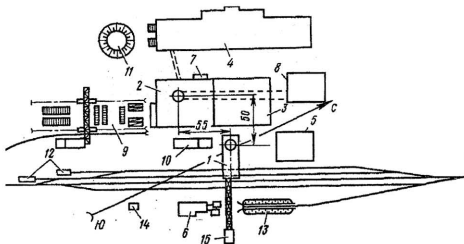


Рис. 4.1. Схема технологического комплекса поверхности шахты:

1 - блок главного ствола; 2 - блок вспомогательного ствола; 3 - секция подъемных установок главного и вспомогательного стволов; 4 - административно-бытовой комбинат; 5 - электроподстанция; 6 - котельная; 7 - калориферная; 8 - здание вентиляторов; 9 - склад материалов; 10 - эстакада; 11 - противопожарный резервуар с водой; 12 - гараж для электротележек; 13 - склад угля для котельной; 14 - служебное здание шахтной станции; 15 - пункт погрузки породы

этой схемы — выдача угля и породы по одному стволу, отсутствие складов крепежных материалов, отправка породы канатной дорогой в отвал, расположенный вне территории шахтной поверхности. При этом выданный из шахты уголь поступает в бункеры, а из последних его отгружают в железнодорожные вагоны.

Околоствольный двор и технологический комплекс поверхности при вскрытии вертикальными стволами взаимно увязаны между собой генеральными размерами, т. е. расстоянием между взаимно перпендикулярными осями стволов (рис. 4.2). Откаточные выработки околоствольного двора необходимо строго ориентировать по направлению продольных осей клетевых подъемов, которые, в свою очередь, зависят от компоновки технологического комплекса на поверхности и расположения шахтной железнодорожной станции.

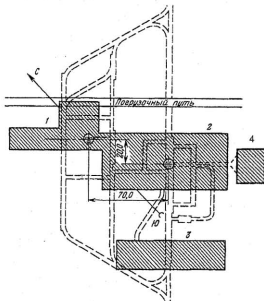


Рис. 4.2. Совмещенный план технологического комплекса и околоствольного двора:

1 — блок главного ствола; 2 — блок вспомогательного ствола; 3 — АБК; 4 — здание главного вентилятора

Непременным условием является соответствующее ориентирование по частям света околоствольного двора и технологического комплекса поверхности, для чего желательно стрелку "север-юг" про-

водить так, чтобы она на обоих чертежах проходила через ось главного (скипового) ствола.

Большинство современных шахт имеет более двух стволов. При чем стволы вспомогательного назначения (вентиляционные, воздухоподающие) часто располагаются обособленно, например на флангах шахтного поля. Поэтому технологический комплекс поверхности на большинстве шахт включает в себя основную промплощадку и вспомогательную (или несколько вспомогательных).

При вскрытии шахтного поля наклонными стволами технологический комплекс поверхности имеет компоновку, аналогичную технологическому комплексу при вертикальных стволах. При этом один из стволов может также располагаться обособленно и иметь отдельную промплощадку. Так, например, на шахте "Бутовская" на основной промплощадке находились блоки конвейерного и людского стволов, АБК и прочие здания и сооружения, присущие технологическому комплексу поверхности шахты. Спуск и подъем материалов и оборудования осуществлялся по фланговому наклонному вентиляционному стволу, промплощадка которого находилась на некотором удалении от основной.

При комбинированном вскрытии на шахте сооружается, как правило, две промплощадки: главного и вспомогательного стволов. При этом АБК обычно находится на промплощадке вспомогательного ствола.

### Контрольные вопросы

1. Что такое технологический комплекс поверхности шахты?
2. Из каких зданий и сооружений состоит технологический комплекс поверхности?
3. Что входит в блок административно-бытового комбината?
4. Что влияет на выбор схемы компоновки технологического комплекса поверхности?
5. Для чего необходима взаимная привязка околоствольного двора и технологического комплекса поверхности?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сооружение стволов – это очень трудоемкая и дорогостоящая составляющая строительства горного предприятия. Одним из основных направлений развития проектирования шахтных стволов является повышение их функциональности в сочетании с рациональным использованием сечения ствола.

От пропускной способности околоствольного двора зависит эффективность работы главного и вспомогательного транспорта шахты. При проектировании околоствольного двора необходимо обеспечивать заданную пропускную способность в сочетании с как можно меньшим объемом выработок и камер, а также с простой схемой транспортных потоков.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Покровский Н.М. Комплексы подземных горных выработок и сооружений: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 248 с.
2. Бурчаков А.С. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых/ А.С. Бурчаков, Н.К. Гринько, А.Б. Ковальчук. – М.: Недра, 1978. – 536 с.
3. Справочник по шахтному транспорту/ Э.Я. Базер, А.С. Богомолов, В.П. Гудалов и др.; Под ред. Г.Я. Пейсаховича, И.П. Ремизова. – М.: Недра, 1977. – 624 с.
4. Килячков А.П. Технология горного производства. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1992. – 415 с.
5. Правила безопасности в угольных шахтах. – Самара: Самар. Дом печати, 1995. – 242 с.
6. Сборник инструкций и других нормативных документов по технике безопасности для угольной промышленности. – М.: Недра, 1978. – 415 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

П.В. ЕГОРОВ    А.И. НАБОКОВ    К.А. ФИЛИМОНОВ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАХТ**  
**ШАХТНЫЕ СТОЛЫ,**  
**ОКОЛОСТВОЛЬНЫЕ ДВОРЫ И ПОВЕРХНОСТЬ ШАХТ**  
Часть 3

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор В.Н. Фрянов (заведующий кафедрой пластовых месторождений Сибирского государственного индустриального университета)

Кандидат технических наук, доцент Н.Ф. Денискин (начальник отдела перспективного развития УК "Кузбассуголь")

Егоров П.В. Проектирование шахт. Шахтные стволы, околоствольные дворы и поверхность шахт: Учеб. пособие / П.В. Егоров, А.И. Набоков, К.А. Филимонов; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2003. – 117 с.

ISBN 5-89070-330-7

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 090200 "Подземная разработка месторождений полезных ископаемых", и рекомендуется к использованию при изучении дисциплины "Проектирование шахт", а также других дисциплин горного профиля. Рассмотрены вопросы проектирования шахтных стволов, околоствольных дворов и поверхности шахт.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ГУ КузГТУ.

УДК 622.822.22.012.2

© Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический  
университет», 2003

ISBN 5-89070-330-7

© П.В. Егоров, А.И. Набоков, К.А. Филимонов, 2003

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАХТ  
ШАХТНЫЕ СТВолы, ОКОЛОСТВОЛЬНЫЕ ДВОРЫ  
И ПОВЕРХНОСТЬ ШАХТ**

**Часть 3**

**Учебное пособие**

**Редактор Е. Л. Наркевич**

Подписано в печать 13.95.03. Формат 60X84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч. изд. л. 7,0.

Тираж 300 экз. Заказ 426.

ГУ Кузбасский государственный технический университет.

650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография ГУ Кузбасского государственного технического университета.

650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ.....	4
1.1. Общие сведения.....	4
1.2. Форма сечения и конструкция крепи стволов.....	5
1.3. Армирование вертикальных стволов.....	7
1.4. Лестничное отделение вертикальных стволов.....	8
1.5. Определение поперечного сечения вертикального ствола, параметры подъема.....	10
1.6. Типизация сечений вертикальных стволов.....	15
1.7. Проектирование наклонных стволов.....	26
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ВЫРАБОТОК ОКОЛОСТВОЛЬНОГО ДВОРА.....	33
2.1. Общие сведения.....	33
2.2. Конфигурации околоствольных дворов при вскрытии вертикальными стволами.....	34
2.3. Околоствольные дворы наклонных стволов.....	43
2.4. Околоствольные дворы гидрошахт.....	45
2.5. Околоствольные дворы в зарубежной практике.....	48
2.6. Защита выработок околоствольного двора от влияния очистных работ.....	50
2.7. Выбор конфигурации околоствольных дворов.....	50
2.8. Технологические схемы околоствольных дворов высокопроизводительных угольных шахт.....	54
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАМЕР ОКОЛОСТВОЛЬНОГО ДВОРА...	62
3.1. Общие сведения.....	62
3.2. Камера сопряжения околоствольного двора с клетевым стволом.....	65
3.3. Комплекс камер загрузочного устройства скипового подъема и наклонных стволов.....	68
3.4. Очистка зумпфа ствола при скиповом подъеме.....	76
3.5. Дробильно-бункерные комплексы горнорудной промышленности.....	78
3.6. Комплекс камер и выработок главного водоотлива.....	84
3.7. Центральная подземная электростанция.....	94

3.8. Комплекс выработок и камер подземного склада взрывчатых материалов.....	96
3.9. Комплекс выработок и камер депо электровозов.....	98
3.10. Камеры вспомогательного назначения.....	103
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОВЕРХНОСТИ ШАХТЫ.....	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	114
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	114