

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Горный институт
Кафедра Строительства подземных сооружений и шахт

В. В. ПЕРШИН Д. И. НАЗАРОВ

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА (строительная геотехнология)

Учебное пособие

Рекомендовано учебно-методической комиссией специализации
130403.65 «Открытые горные работы» в качестве
электронного учебного пособия

Кемерово 2013

Рецензенты:

Профессор кафедры строительства подземных сооружений и шахт, Кузбасского государственного технического университета, кандидат технических наук М. Д. Войтов.

Доцент кафедры открытых горных работ, Кузбасского государственного технического университета, кандидат технических наук В.Ф. Воронков.

Основы горного дела (строительная геотехнология). : учебное пособие [Электронный ресурс] для студентов специальности 130400.65 «Горное дело», специализации 130403.65 «Открытые горные работы» / В. В. Першин, Д. И. Назаров – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; зв. ; цв. ; 12 см. – Систем. требования : Pentium IV ; ОЗУ 512 Мб ; Windows XP ; (CD-ROM-дисковод) ; мышь. – Загл. с экрана.

Рассмотрены основные вопросы строительной геотехнологии. Приведены сведения о строительных конструкциях, генеральном плане горного предприятия. Рассмотрены вопросы проектирования горнотехнических зданий и сооружений.

Для студентов, обучающихся по специальности 130400.65 «Горное дело», специализации 130403.65 «Открытые горные работы».

© КузГТУ, 2013

© Першин В. В.,

© Назаров Д.И.

Оглавление

Оглавление.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Элементы конструкций промышленных зданий	5
1.1. Основания и фундаменты.....	7
1.2. Стены и перегородки.....	12
1.3. Несущий каркас.....	14
1.4 Перекрытия, покрытия и полы	17
2 Промышленная площадка горного предприятия.....	20
2.1. Компоновка технологического комплекса горного предприятия.....	24
2.2. Основные принципы построения генерального плана горного предприятия.....	25
Глава 3. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	29
3.1. Объемно-планировочные и конструктивные решения.....	29
3.2. Специфика строительного проектирования с учетом экологических особенностей горного производства	35
3.3. Особые условия проектирования зданий и сооружений.....	37
3.3.1 Особенности проектирования в сейсмических районах	37
3.3.2. Охрана сооружений в районах взрывных работ.....	40
3.3.3. Охрана сооружений на подрабатываемых участках.....	41
Глава 4. ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ.....	46
4.1. Здания производственного назначения.....	46
4.1.2. Обоганительные фабрики.....	46
4.1.3. Брикетные фабрики.....	56
4.2. Здания энергетического и вспомогательного назначения.....	57
4.2.1. Котельные.....	57
4.2.2. Электростанции.....	64
4.2.3. Ремонтные мастерские.....	66
4.3. Административно-бытовые комбинаты.....	67

Глава 5. ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ.....	73
5.1. Бункера.....	73
5.2. Транспортные и коммуникационные галереи.....	81
5.3. Склады полезного ископаемого.....	86
5.4. Резервуары и отстойники.....	92
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	101

ВВЕДЕНИЕ

Впервые термин «строительная горная технология» или «строительная геотехнология» был введен академиком В.В. Ржевским. Ее главной задачей он называл «обеспечение исследованиями проектирования, строительства и реконструкции горных предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений различного назначения». Необходимой и неотъемлемой частью современных горных предприятий и подземных сооружений является комплекс зданий и сооружений на поверхности, который включает: бункера, эстакады, галереи, здания обогатительных фабрик, котельных, компрессорных, надшахтные копры и др. Некоторые из них не имеют прямых аналогов в других отраслях промышленного строительства, например, ямы привозных углей. Это требует разработки специальных методов проектирования объектов. Вместе с тем стандартизация и современные методы проектирования строительных конструкций, регламентированные СНиП, должны составлять основу проектных решений зданий и сооружений на поверхности горных предприятий. Именно в разумном применении индивидуальных и типовых проектных решений, специальных и нормативных методов расчета заключается специфика строительного проектирования горнотехнических зданий и сооружений.

Комплексы сооружений тесно связаны единым технологическим, транспортным и другими функциональными процессами, поэтому строительство этих комплексов осуществляется, как правило, параллельно. Параллельное строительство подземного и надземного комплексов требует строгой координации и специальных проектных решений по производству работ, что составляет специфику технологии строительства на поверхности горных предприятий и подземных сооружений. Унификация проектных решений расширяет область применения нормативных методов расчета строительных конструкций горнотехнических зданий и сооружений. Вместе с тем, проектирование таких горнотехнических сооружений, бункера и силосы большой емкости требует разработки специальных методов расчета. Такие расчетные рекомендации, включенные в нормы проектирования сооружений промышленных предприятий (СНиП 2.09.02-85*), нашли отражение в настоящем пособии.

1 Элементы конструкций промышленных зданий

Все здания состоят из ограниченного количества взаимосвязанных частей, которые в совокупности составляют определенную архитектурно-конструктивную схему здания. Все эти элементы подразделяются на несущие и ограждающие.

Несущие конструкции воспринимают все нагрузки, возникающие в здании от веса конструкций и действующих внешних сил (например, давление ветра), и передают эти нагрузки на основание.

Ограждающие конструкции защищают внутренние помещения от атмосферных воздействий, отделяют их друг от друга и обеспечивают в помещении необходимый температурно-влажностный режим и звукоизоляцию.

Некоторые конструкции в здании могут выполнять несущие и ограждающие функции одновременно (например, стены).

К основным архитектурно-конструктивным элементам или частям зданий относятся: фундаменты, стены, отдельные опоры (столбы или колонны), перегородки, перекрытия, крыши, лестницы, окна, двери.

Фундаменты — подземные несущие конструкции зданий, которые воспринимают нагрузки от здания и передают их на основание. Основаниями зданий служат грунты, залегающие под подошвой (нижней плоскостью) фундамента.

Стены — наружные вертикальные ограждения здания (внешние стены) или плоские вертикальные элементы, разделяющие здание по длине и ширине на отдельные части (внутренние стены).

Отдельные опоры (столбы или колонны) служат для поддержания горизонтальных элементов здания и передачи нагрузок от этих элементов через фундаменты на основание.

Перегородки — легкие стены, служащие для деления внутреннего пространства здания в пределах одного этажа на отдельные помещения. Перегородки опираются на перекрытие и несут только собственный вес.

Перекрытия — горизонтальные конструкции, разделяющие здание по высоте на этажи. Они несут нагрузку от собственного веса, веса людей, оборудования и др.

Покрытие — верхнее ограждение здания. Верхняя водонепроницаемая оболочка крыши называется кровлей. Крыша вместе с несущими конструкциями и чердачным перекрытием образует покрытие зданий. Промышленные здания часто строят без чердака.

Лестницы служат для сообщения между этажами, располагают их, как правило, в специальных огражденных стенами помещениях, которые называются лестничными клетками.

Для окон и дверей при сооружении здания оставляются *оконные и дверные проемы*.

Кроме перечисленных основных элементов в здании могут быть и второстепенные: балконы, входные площадки, лоджии (балконы, размещенные в габаритах здания), приямки у окон, расположенных ниже уровня земли и т. д.

Конструктивная схема здания определяется в соответствии с его назначением, действующими нагрузками, требованиями архитектурной выразительности и местными условиями (климат, геологическое строение участка). От правильного выбора конструктивной схемы зависит прочность и устойчивость здания, его эксплуатационные качества и технико-экономическая характеристика. Различают следующие основные конструктивные схемы зданий: бескаркасные, или здания с несущими стенами, каркасные и с неполным каркасом. В бескаркасных зданиях основными вертикальными несущими элементами являются стены. Здания с неполным каркасом вместо внутренних стен, на которые опираются конструкции покрытий, имеют сетку отдельных опор в виде столбов или колонн. На опоры в продольном и поперечном направлениях укладывают прогоны (горизонтальные

балки), служащие опорами для плит перекрытий.

Каркасные здания (рис. 1.1) имеют несущий остов в виде каркаса, который состоит из системы вертикальных стоек (колонн), расположенных по периметру наружных стен и внутри здания, и горизонтальных ригелей, выполненных в виде балок или ферм. Колонны и ригели образуют рамы.

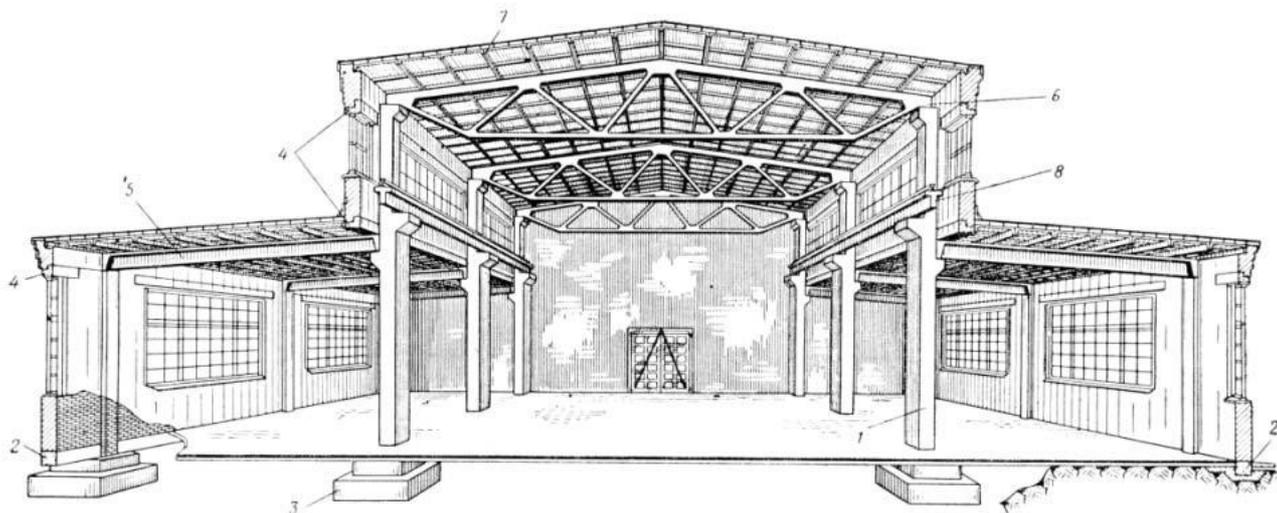


Рис. 1.1. Одноэтажное каркасное промышленное здание с железобетонным каркасом:

1 — колонна; 2 — фундаментная балка; 3 — фундамент; 4 — обвязочная балка; 5 — несущая балка покрытия; 6 — ферма; 7 — ребристые плиты покрытия; 8 — подкрановая балка

Наружные стены каркасных зданий выполняют ограждающие функции. Они могут быть самонесущими или ненесущими. Самонесущие стены устанавливают на самостоятельные фундаменты или фундаментные балки, опирающиеся концами на фундаменты колонн, стены при этом несут нагрузку только от собственного веса. Ненесущие стены передают свой вес на каркас здания.

1.1. Основания и фундаменты

Прочность и устойчивость любого сооружения обеспечивается, прежде всего, прочностью и устойчивостью фундамента, который должен быть заложен на надежном основании.

Основанием называется толща естественных напластований грунтов, непосредственно воспринимающая нагрузку и взаимодействующая с фундаментом возводимого сооружения.

Основания называют *естественными*, если грунты под подошвой фундамента остаются в естественном состоянии. В случае недостаточной прочности грунтов принимают меры по искусственному их упрочнению. Такие основания называют *искусственными*. Естественным основанием могут служить самые разнообразные грунты, слагающие верхнюю часть земной коры. Естественные грунты, используемые в качестве естественных оснований, подразделяют на четыре вида: скальные, крупнообломочные, песчаные и

глинистые.

Несущая способность глинистого грунта в большой степени зависит от влажности. Несущая способность сухих глин довольно высокая и такие грунты могут служить хорошим основанием, при увеличении влажности их несущая способность значительно падает.

Супеси и мелкозернистые пески при разжижении водой становятся настолько подвижными, что текут, как жидкость, и называются *пывунами*. Возведение зданий на таких грунтах связано со значительными трудностями.

К глинистым грунтам относятся также *лёссы*, которые при замачивании водой обладают просадочными свойствами или набухают. Использование таких грунтов в качестве оснований требует применения специальных мер.

Помимо перечисленных видов встречаются также грунты с органическими примесями (растительный грунт, торф, болотистый грунт и др.), многолетнемерзлые и насыпные грунты. Грунты с органическими примесями в качестве естественных оснований не применяют, так как они неоднородны по своему составу, рыхлы, обладают значительной и неравномерной сжимаемостью. Насыпные грунты также неоднородны по составу и сжимаемости и их использование в качестве оснований требует особых обоснований.

Упрочнение грунтов путем поверхностного или глубинного их уплотнения осуществляется трамбованием пневматическими трамбовками с втрамбовыванием щебня или гравия. Уплотнение трамбовочными плитами массой 1 т и более, которые сбрасывают с высоты 3–4 м, доходит до глубины 2–2,5 м. Для уплотнения больших площадей применяют укатку грун-та тяжелыми катками.

Песчаные и пылеватые грунты хорошо уплотняют вибрированием специальными поверхностными вибраторами, такое уплотнение осуществляется значительно быстрее, чем при трамбовании. Закрепление слабого грунта основания (его упрочнение) достигается также применением тампонажа (цементации, силикатизации и битумизации).

Фундаментом (рис. 1.2) называется подземная часть сооружения, возводимая на естественных или искусственных основаниях и служащая для передачи нагрузок от сооружений на основания. Конструктивная форма фундамента позволяет обеспечить более равномерное распределение давления от сооружения на грунт.

Верхняя граница между фундаментом и наземной частью сооружения так же, как и границы между отдельными уступами фундамента, называется *обрезом фундамента*. Нижняя плоскость фундамента, опирающаяся на грунт, называется *подошвой фундамента*. Расстояние от уровня земли около законченного здания (отметка планировки) до подошвы называется *глубиной заложения фундамента*.

К фундаментам предъявляются следующие основные требования: прочность; устойчивость на опрокидывание; сопротивляемость влиянию грунтовых и агрессивных вод и влиянию атмосферных воздействий (морозостойкость); долговечность, отвечающая сроку службы зданий, технологичность изготовления конструкций фундамента и его экономичность (минимальная стоимость).

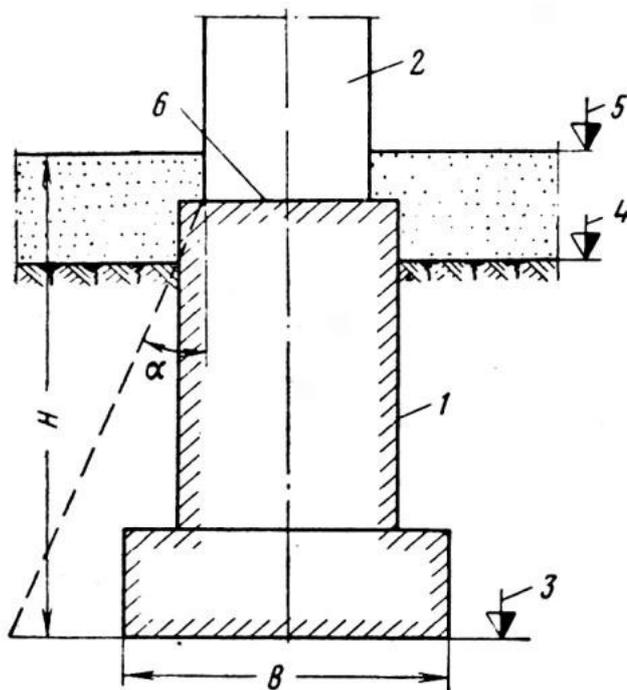


Рис. 1.2. Схема фундамента на естественном основании: 1 — фундамент; 2 — наземная часть сооружения; 3 — отметка подошвы фундамента; 4 — отметка поверхности грунта; 5 — отметка планировки; 6 — верхний обрез фундамента; H — глубина заложения фундамента; B — ширина фундамента

Основными материалами для фундаментов являются: железобетон. По конструктивному решению различают следующие виды фундаментов: *ленточные, столбчатые (отдельные), сплошные (плитные) и свайные.*

Ленточные фундаменты выполняют в виде непрерывной стенки, на которую опираются наземные несущие конструкции: либо несущая непрерывная стена, либо ряд отдельно стоящих колонн (рис. 1.3).

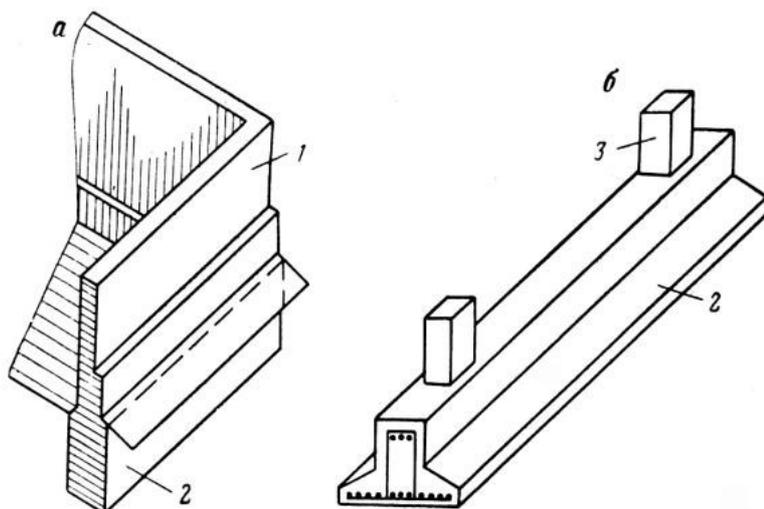


Рис. 1.3. Ленточные фундаменты:

a — под стены; b — под колонны; 1 — стена здания; 2 — фундамент; 3 — колонны

Столбчатые фундаменты устраивают обычно в каркасных зданиях под каждой опорой или колонной. Наибольшее распространение в промышленном

строительстве имеют сборные железобетонные фундаменты в виде башмака стаканного типа под сборную железобетонную колонну (рис. 1.4). При больших нагрузках размеры башмаков могут быть настолько большими, что их транспортирование и монтаж становятся затруднительными

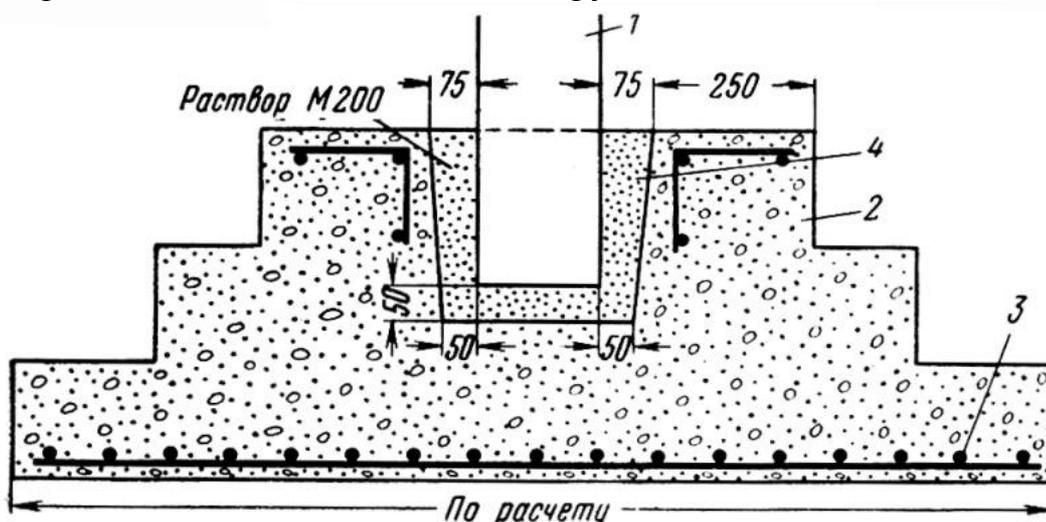


Рис. 1.4. Сборный фундамент под колонну промышленного здания:

1— колонна; 2— ступенчатый сборный фундамент; 3— арматурная сетка; 4— гнездо-стакан

Размеры подошвы фундамента определяются расчетом. Эти размеры зависят от величины давления на подошву фундамента и расчетного сопротивления основания. Расчетная формула получается из условия, чтобы действующее на подошву фундамента давление не превышало (было равно) расчетного сопротивления грунта. Для жесткого ленточного фундамента (см. рис. 2.14) ширину подошвы определяют по формуле

$$B = p / (R - \gamma H)$$

где p — нагрузка на 1 м фундамента, кН; R — расчетное сопротивление грунта, кН/м²; γ — объемный вес материала фундамента и грунта на его обрезах (примерно 20 кН/м³).

Таким образом, основной размер фундамента — размер его подошвы, определяется, прежде всего, из условия несущей способности грунта. Полученный фундамент проверяется затем на жесткость, чтобы размер его подошвы не выходил за пределы, ограничиваемые углом α (см. рис. 1.2).

Сплошные (плитные) фундаменты устраивают при больших нагрузках и слабых грунтах под всей площадью здания или же под отдельной частью здания с повышенными нагрузками. Такие фундаменты представляют собой сплошную монолитную ребристую железобетонную плиту или железобетонную безбалочную плиту (рис. 1.5).

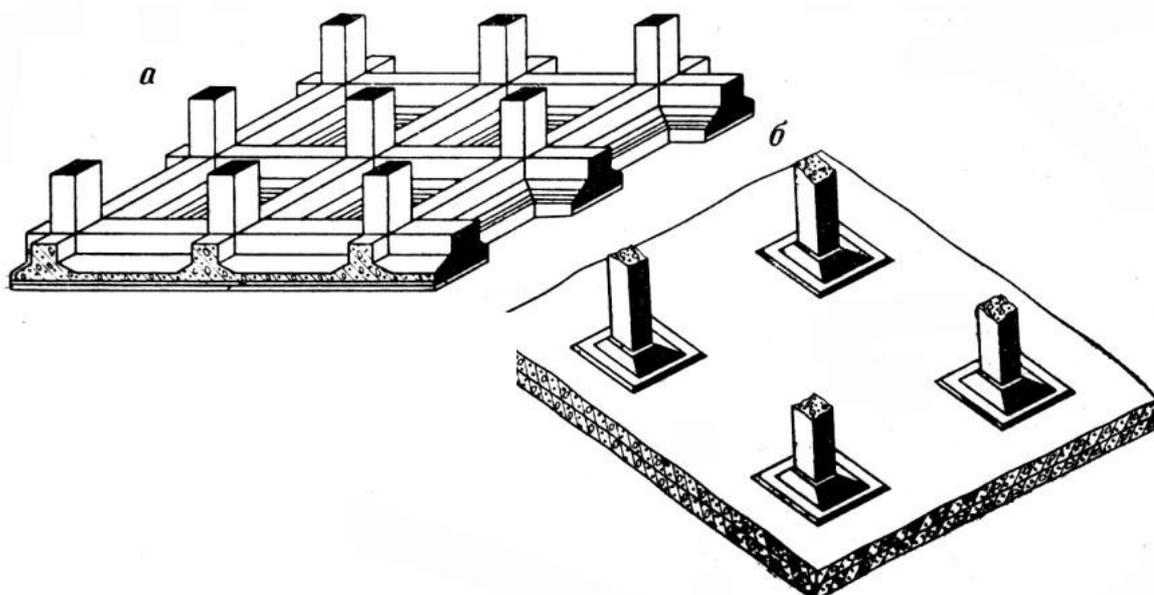


Рис. 1.5. Сплошные фундаменты:

а– ребристая плита; *б*– безбалочная плита

Свайные фундаменты обычно применяют при возведении зданий на слабых грунтах или при залегании плотных грунтов на значительной глубине от подошвы фундаментов. В последнее время свайные фундаменты на коротких сваях получили распространение при строительстве промышленных и гражданских зданий и на обычных грунтах. При современной технологии изготовления свай и устройства свайных фундаментов замена ленточных, столбчатых и сплошных фундаментов свайными позволяет уменьшить объем земляных работ, материала и сборных конструкций для устройства фундамента. Кроме того, свайные фундаменты обладают меньшими осадками и имеют другие преимущества. В настоящее время замена обычных ленточных фундаментов из сборных блоков свайными целесообразна при глубине заложения подушки ленточного фундамента более 1,7 м от поверхности планировки.

По характеру работы различают сваи двух типов : сваи-стойки и висячие сваи. Сваи-стойки пронизывают толщу слабого грунта и передают нагрузку своими нижними концами слою более прочного и плотного грунта (рис. 1.6, *а*). Такие сваи работают как колонны. Фундаменты из свай стоек применяют тогда, когда на глубине от подошвы фундамента, не превышающей длины свай, залегает слой грунта, достаточно мощный и прочный, чтобы передать на него всю нагрузку от веса здания.

Согласно нормам, таким слоем (пластом) может служить скальная порода, плотный крупнообломочный грунт или твердая глина. Сваи-стойки, опирающиеся нижним концом на такие грунты, практически не получают осадок.

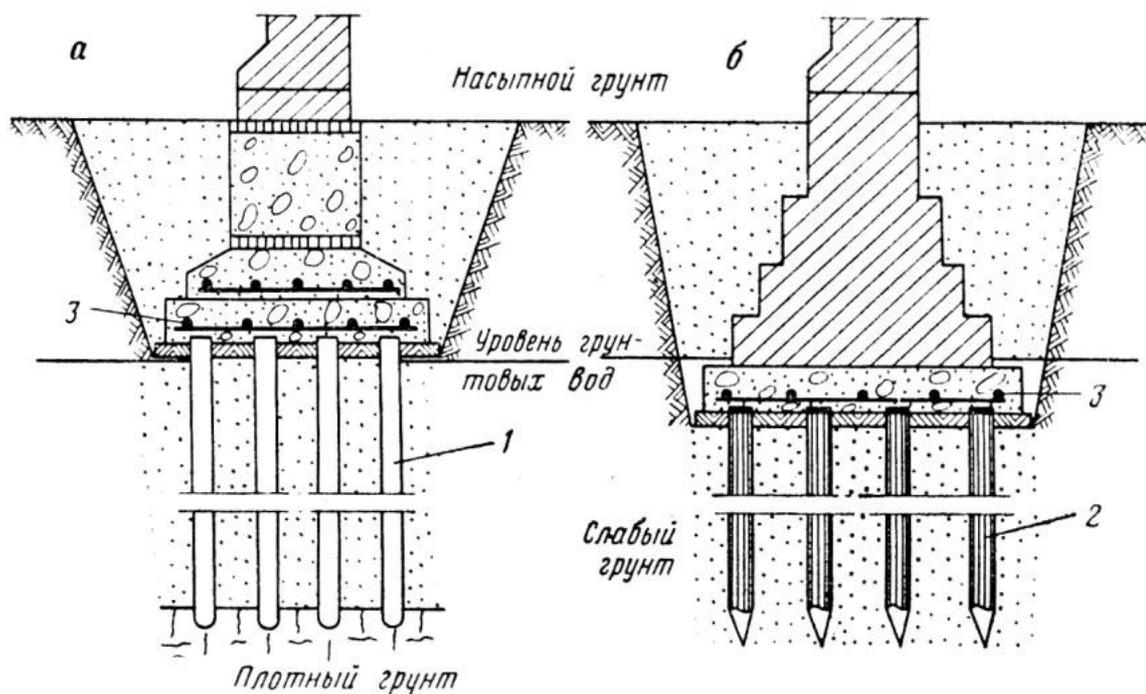


Рис. 1.6. Свайные фундаменты:

а– со сваями-стойками; *б*– с висячими сваями; 1– железобетонные свай-стойки; 2– деревянные висячие сваи; 3– железобетонный ростверк*

**Ростверк – плита, воспринимающая нагрузку от веса здания и равномерно распределяющая ее на все сваи фундамента*

Висячие сваи (рис. 1.6, *б*), находясь полностью в уплотненном при забивке свай слабом грунте, передают нагрузку на грунт за счет сил трения по боковой поверхности свай и сопротивления внедрению свай в грунт (лобового сопротивления).

Фундаменты из висячих свай применяют в тех случаях, когда слой прочного грунта, способного воспринять нагрузку от веса здания, залегает на глубине, при которой применение свай-стоек технически неосуществимо или экономически нецелесообразно.

Висячие сваи находятся в грунтовых условиях, при которых неизбежны осадки свайного фундамента. Величина осадки зависит от вида и плотности грунтов, залегающих ниже плоскости острия свай.

Сваи в плане располагают в шахматном порядке или рядами на расстояниях от 3 до 5 диаметров свай. При забивке свай с такой густотой грунт между сваями уплотняется. Сваи изготавливаются из дерева, бетона и железобетона. Деревянные сваи готовят из сосновых, еловых, реже дубовых бревен диаметром 20—30 см. Их можно применять в грунтах ниже самого низкого уровня грунтовых вод на участке строительства. В противном случае под влиянием периодического смачивания и высыхания сваи загнивают. В настоящее время деревянные сваи применяют все реже, их вытеснили более прочные и долговечные бетонные и железобетонные сваи.

1.2. Стены и перегородки

Стена состоит из ряда элементов, определяющих в основном архитектурно-конструктивный облик здания.

Основные плоскости образуют так называемое поле стены. Нижняя наземная, несколько утолщенная часть стены, расположенная непосредственно над фундаментом, называется цоколем.

Верхняя часть стены, венчающая здание, называется карнизом. Карнизы предназначены для отвода от стены стекающей вниз воды и являются вместе с цоколем важнейшим архитектурным элементом оформления фасада. При внутреннем водоотводе с крыш по периметру наружных стен вверху устраивают *парапеты* из сборных элементов (блоков, панелей) или каменной кладки (рис. 1.7).

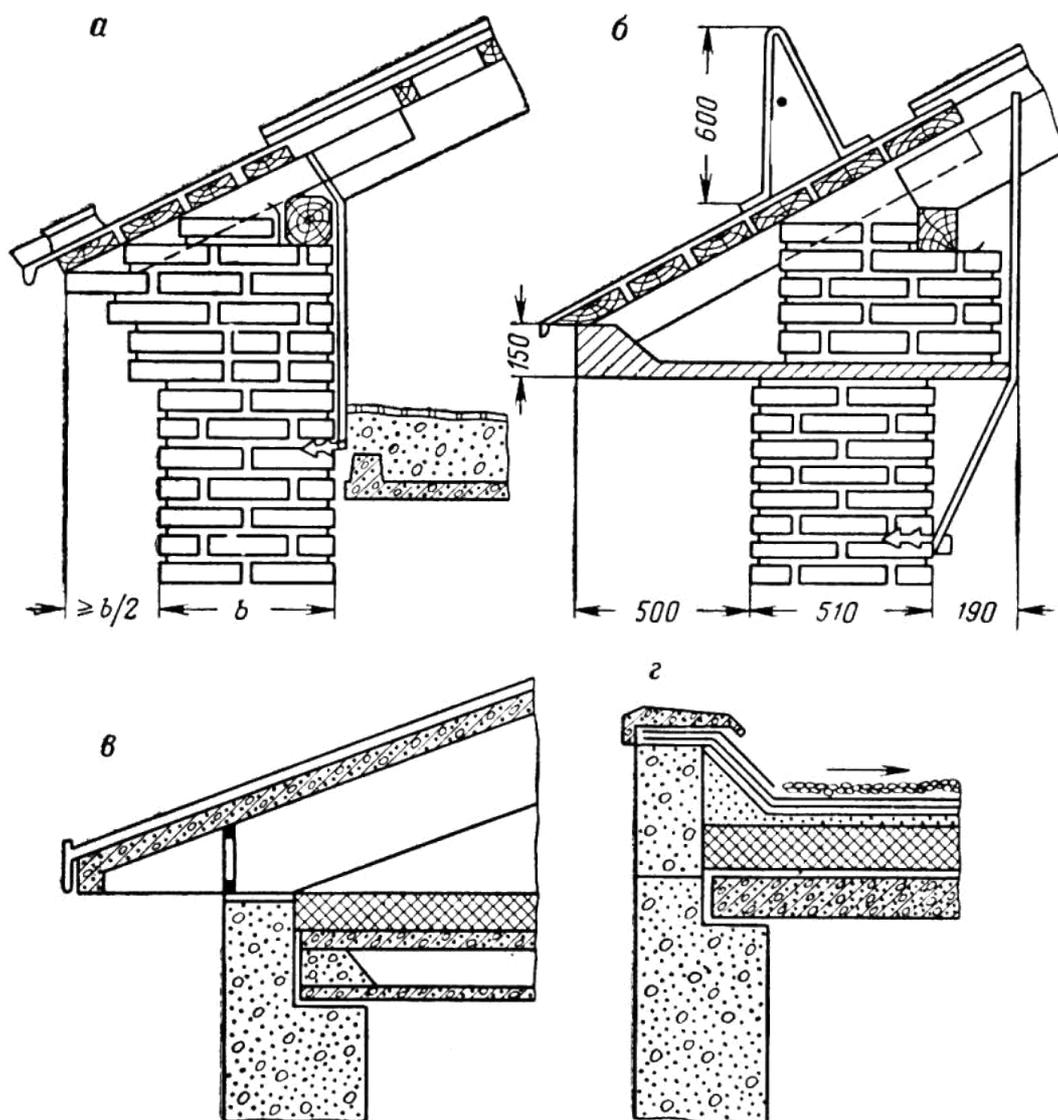


Рис. 1.7. Конструкции венчающих карнизов: а — карниз, образуемый напуском кирпича; б — карниз из сборных железобетонных элементов; в — карниз, образуемый свешивающимися со стены железобетонными элементами покрытий и крыш; г — парапет при плоском покрытии с внутренним водостоком

Для вертикального членения фасада, а также для местного усиления стен, устраивают *пилястры* (узкие вертикальные выступы из тела стены прямоугольного сечения) и *полуколонны*, отличающиеся от пилястр полукруглой формой. При

воздействию на стены больших горизонтальных нагрузок устойчивость стен иногда повышают устройством *контрфорсов*, т.е. пилястр, толщина которых книзу увеличивается, вследствие чего наружная грань получается наклонной.

Перегородки в здании служат для разделения больших помещений, находящихся между несущими капитальными стенами, на более мелкие. В промышленных зданиях перегородки устраивают по границам цехов с различной технологией, для выделения цеховых контор, складов и т. п. или для обособления отдельных, обладающих специфическими особенностями, участков производства.

Требования, предъявляемые к перегородкам, весьма разнообразны. Они должны быть легкими, иметь небольшую толщину и в то же время обладать хорошими звукоизоляционными качествами. Перегородки должны быть технологичны и экономичны. В промышленных зданиях в зависимости от технологических условий производства перегородки должны быть огнестойкими, газо- и звуконепроницаемыми, в других условиях — обладать достаточной стойкостью против влияния сырости, иногда кислот и т. п. Перегородки, как правило, не несут никаких нагрузок, кроме собственного веса. Поэтому при выборе конструкции перегородок и материала для них необходимо учитывать, возможно, широкое использование местных материалов.

1.3. Несущий каркас

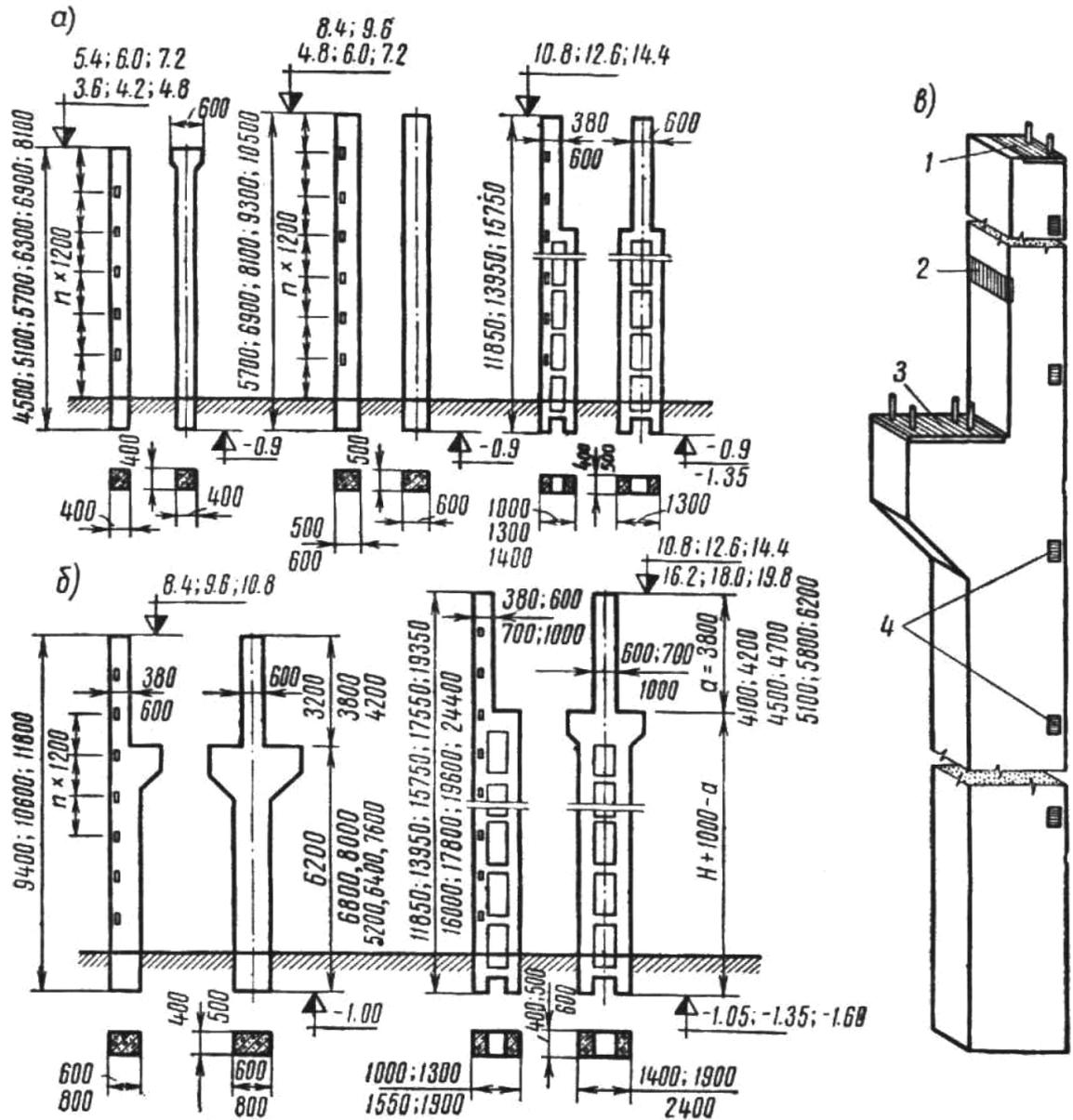
Пространственная жесткость и устойчивость каркасных зданий, состоящих из поперечных рам, обеспечивается защемлением колонн в фундаментах здания, скреплением рам между собой в продольном направлении обвязочными и подкрановыми балками, плитами покрытий, а также постановкой связей жесткости по рядам колонн и между несущими конструкциями покрытий.

Железобетонные колонны одноэтажных зданий могут быть бесконсольные, применяемые в зданиях без мостовых кранов, и с консолями для опирания подкрановых балок. В номенклатуре конструкций предусмотрены колонны прямоугольного и двухветвевое сечений; первые применяют в зданиях высотой до 9,6 м, вторые — в зданиях большей высоты (рис. 1.8, *а*, *б*). По сравнению с прямоугольными, двухветвевые колонны обладают повышенной жесткостью, но более трудоемки в изготовлении. Можно применять также колонны двутаврового сечения, на изготовление которых по сравнению с прямоугольными колоннами расходуется бетона меньше на 25—30%.

В железобетонных колоннах имеются стальные закладные элементы для крепления стропильных конструкций, стеновых панелей (только в колоннах крайних рядов), подкрановых балок и вертикальных связей (в связевых колоннах). В местах опирания стропильных конструкций и подкрановых балок через стальные листы пропущены анкерные болты (рис. 1.8, *в*).

Длину колонн подбирают в зависимости от высоты цеха и глубины заделки в стакан фундамента. Глубину заделки для прямоугольных колонн в зданиях без мостовых кранов принимают 750 мм (отметка низа колонны— 0,9 м), в зданиях с мостовыми кранами — 850 мм, для двухветвевых колонн с отметкой верха 10,8 м — 900 мм и с отметкой верха более 10,8 м — 1200 мм.

В зданиях с подстропильными конструкциями длина колонн уменьшается на 700 мм. На нижней части ствола колонн имеются горизонтальные бороздки, обеспечивающие лучшую связь колонн с бетоном стыка, марка которого должна быть не ниже 200. В нижней распорке двухветвевых колонн предусмотрены отверстия для прохода бетона в стакан.



72

Рис. 1.8. Типы железобетонных колонн: а — для зданий без мостовых кранов; б — то же, с мостовыми кранами; в — закладные элементы колонны; 1 — оголовок из листа; 2 — упор подкрановой балки; 3 — опора подкрановой балки; 4 — элементы из уголков для крепления стеновых панелей

Помимо основных колонн в зданиях предусматривают *фахверковые* колонны, устанавливаемые в торцах здания и между основными колоннами крайних продольных рядов при шаге 12 м и длине стеновых панелей 6 м (рис. 1.9, а, б). Предназначены они для восприятия ветровых усилий и веса стенового заполнения.

Фахверковые колонны жестко заделывают в фундаментах и шарнирно крепят к элементам покрытия. Шарнирное крепление должно обеспечивать передачу ветровых нагрузок на каркас здания и устранять вертикальные воздействия

покрытия на колонны фахверка.

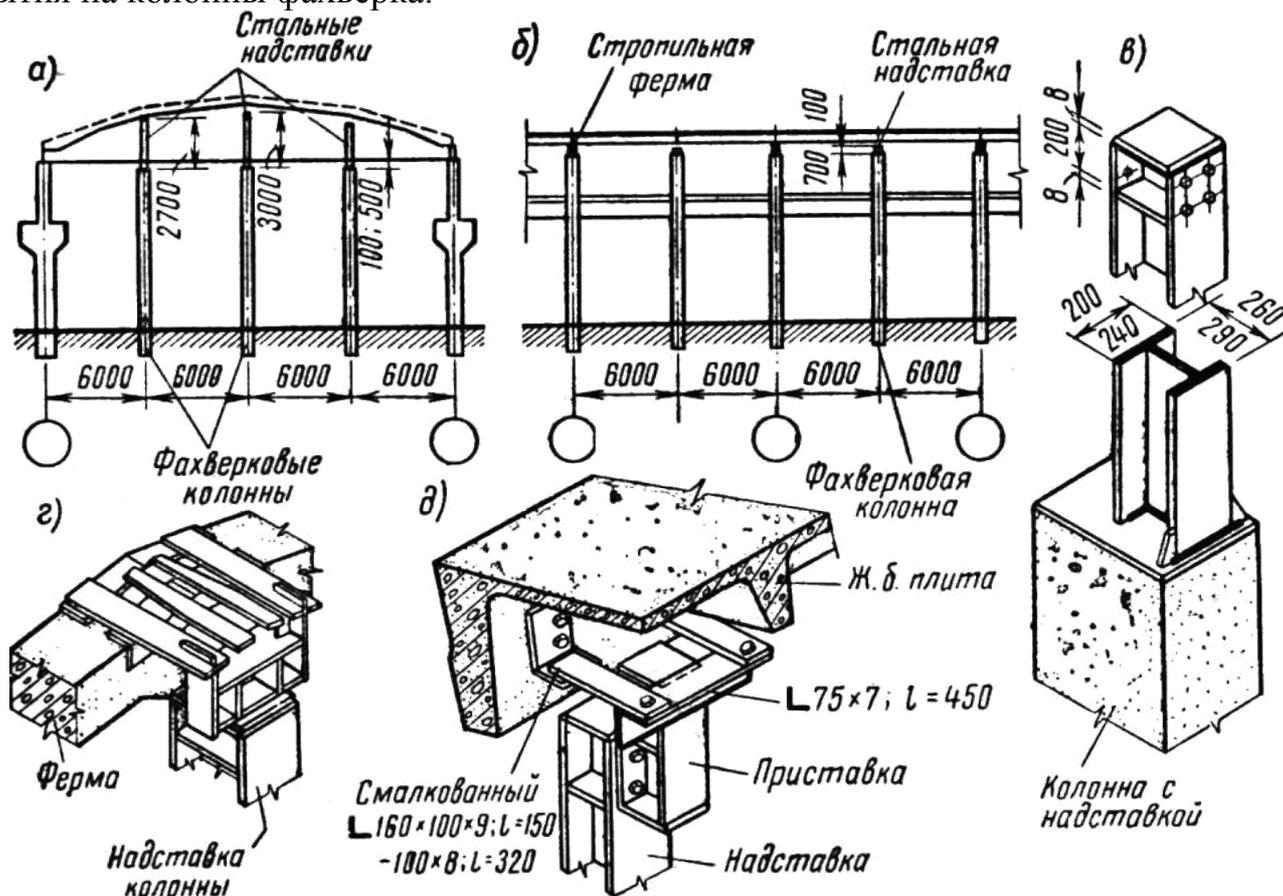


Рис. 1.9. Фахверковые колонны: —схема торцового фахверка; б — то же, продольного; в — стальная надставка фахверковой колонны; г — крепление торцевой колонны к ферме покрытия; д — крепление продольной колонны к плите покрытия

В поперечном направлении устойчивость здания с железобетонным каркасом обеспечивается жесткостью колонн, заземленных в фундаментах жестким диском, образованным из плит, закладных элементов и сварных швов, соединяющих плиты со стропильными конструкциями.

Горизонтальные силы, действующие на диск в поперечном направлении, передаются на стропильные конструкции и поперечные ряды колонн. В продольном направлении устойчивость здания обеспечивается, наряду с этими мероприятиями, системой связей между колоннами и в покрытии.

Количество связей определяется величиной ветровых и тормозных усилий, конструкцией покрытия (с подстропильными конструкциями или без них), шагом колонн, типом кровли (плоская или скатная).

Фундаментные железобетонные балки каркаса устанавливают под наружные стены (рис. 1.10). Их делают прямоугольного, трапециевидального или таврового сечения. Ширина балки поверху соответствует толщине устанавливаемой на них стены. Фундаментные балки часто выносят за грани колонн и устанавливают на обрезы фундамента. Если необходимо обеспечить расположение фундаментных балок на определенном уровне, их укладывают не на обрезы фундамента, а на столбики, устанавливаемые на эти обрезы. Верхнюю

грань фундаментной балки устанавливают на 50 мм ниже уровня пола помещения, колонны заглубляются ниже отметки чистого пола на 900 мм. Фундаментную балку с боков и снизу засыпают шлаком, чтобы исключить промерзание пола вдоль стенки. Поверх балки укладывают гидроизоляцию из двух слоев рулонных материалов на мастике. С наружной стороны вдоль фундаментных балок устраивают отсыпку.

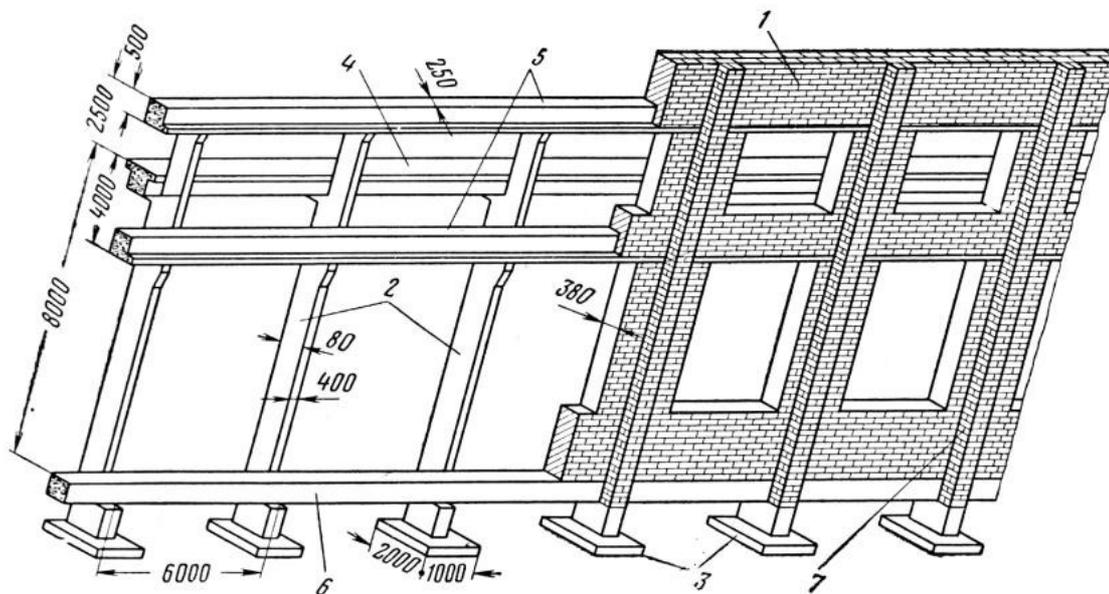


Рис. 1.10. Конструкция каркасной стены здания с железобетонным каркасом:

1 — стена; 2 — колонны; 3 — фундаменты; 4 — подкрановая балка; 5 — обвязочные балки; 6 — фундаментная балка; 7 — пилястра

Обвязочные балки несут на себе вес наружных стен в местах перепада высоты здания. Размеры и форму поперечного сечения обвязочных балок принимают в зависимости от шага колонн и толщины опирающихся на них стен. Устанавливают обвязочные балки на консоли колонн и крепят на сварке закладных деталей. В состав каркаса одноэтажного промышленного здания входят также подкрановые балки. Железобетонные подкрановые балки выполняют чаще таврового и двутаврового сечения. Такие балки для пролетов 6 и 12 м под крановую нагрузку от 100 до 300 кН имеют высоту от 0,8 до 1,4 м. При большой грузоподъемности кранов чаще стараются применять стальные балки.

1.4 Перекрытия, покрытия и полы

конструкциям *перекрытий* предъявляется ряд общих требований. Они должны быть прочными и жесткими, т. е. выдерживать действующие на них нагрузки и при этом прогиб не должен превышать нормативных величин. Долговечность перекрытий должна соответствовать срокам службы других основных конструкций здания. Перекрытия должны быть огнестойкими, обладать достаточной звукоизоляцией, чердачные же перекрытия, а также перекрытия, отделяющие отапливаемые помещения от неотапливаемых, должны иметь достаточные теплозащитные свойства. Конструкции перекрытий должны быть

технологичны, иметь небольшую высоту.

К деревянным перекрытиям предъявляется требование биологической стойкости (стойкости от загнивания), а в помещениях с мокрым режимом и в санузлах они должны иметь повышенную гидроизоляцию.

Междуэтажные перекрытия воспринимают нагрузки от людей, оборудования, сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Такие нагрузки называются временными и измеряются они в меганьютонах на 1 м^2 пола. Обычная величина таких нагрузок составляет 20–40 МПа, хотя в отдельных производственных помещениях временные нагрузки могут достигать значительных величин — до 300 МПа и больше; нагрузки от веса самого перекрытия называются постоянными.

Конструкции перекрытий состоят из несущей и ограждающей частей. Несущая часть перекрытия передает нагрузку на несущие элементы здания — стены и каркас. Ограждающая часть состоит из заполнения между несущими элементами, полов и потолка. Во многих конструкциях несущие и ограждающие функции перекрытия совмещаются в одних элементах.

В зависимости от материала, из которого выполнены несущие элементы, перекрытия подразделяют на перекрытия по деревянным и стальным балкам и железобетонные. Железобетонные перекрытия разделяются в свою очередь на перекрытия сборные и монолитные.

Крыши зданий состоят из двух основных частей: несущей и ограждающей. Несущей частью крыши (*покрытия*) являются конструкции, воспринимающие нагрузки от собственного веса крыши, снега и ветра и передающие их на элементы каркаса здания или стены. К несущим конструкциям покрытий относятся стропила, деревянные, стальные и железобетонные балки и фермы, железобетонные панели.

Ограждающей частью крыши служит верхняя водонепроницаемая оболочка, состоящая из *кровли* и *основания* под кровлю. Ограждающая часть покрытия в общем случае может состоять из следующих отдельных элементов, начиная с наружной поверхности крыши : основного водоизолирующего слоя — кровли; выравнивающего слоя под кровлю в виде стяжки; теплозащитного слоя вместе с пароизоляцией, защищающей этот слой от увлажнения водяными парами, проникающими из помещений; обрешетки, настила, плиты или других элементов, поддерживающих вышележащие слои и передающих нагрузку от них на основные несущие конструкции покрытий.

Покрытия неотапливаемых зданий и зданий горячих цехов со значительными выделениями тепла делают без утепления, поэтому теплозащитный слой с пароизоляцией в ограждающей части покрытия не укладывают; такие покрытия называют холодными.

Для обеспечения стока дождевой и талой воды крыши устраивают с уклоном. В зависимости от величины уклона крыши разделяют на скатные и плоские. Плоские крыши имеют уклоны не более 3%.

Различают крыши чердачные и бесчердачные. Чердачные крыши имеют чердачные помещения, которые используют для размещения инженерного оборудования здания (трубопроводы центрального отопления, вентиляционные

короба и шахты). Такие крыши защищают здание от атмосферных осадков, а теплозащита помещений верхнего этажа обеспечивается чердачным перекрытием.

В бесчердачных покрытиях совмещаются функции крыши и чердачного перекрытия, поэтому их называют совмещенными крышами.

Следует выделить три основных вида крыши (рис. 1.11): односкатную, опирающуюся на стены разной высоты; двускатную, состоящую из двух пересекающихся скатов (линию пересечения скатов называют коньком, а треугольные части торцовых стен — фронтонами); четырехскатную, или вальмовую, состоящую из двух главных скатов и двух треугольных вальм (пересечения вальм со скатами образуют двугранные углы, обращенные кверху, их называют ребрами).

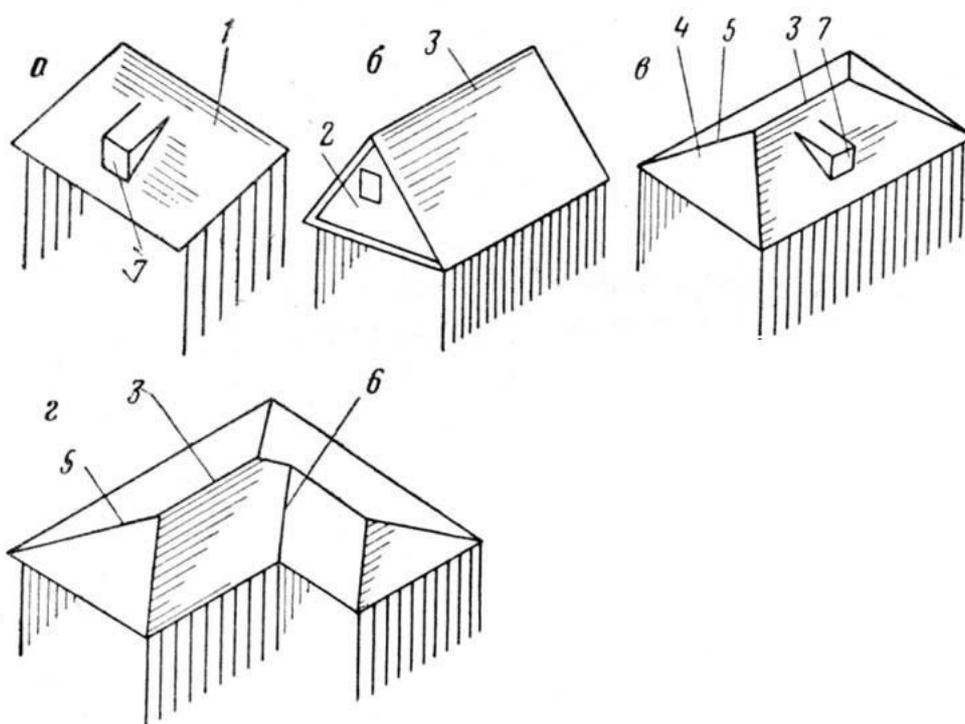


Рис. 1.11. Формы скатных крыш: а — односкатная; б — двускатная; в — четырехскатная (вальмовая); г — вальмовая сложной формы; 1 — скат; 2 — фронтон; 3 — конек; 4 — вальма; 5 — ребро; 6 — ендова или разжелобок; 7 — слуховое окно

Тип *пола* выбирается в каждом конкретном случае таким, чтобы были удовлетворены требования, которые в данных условиях являются наиболее существенными. В зависимости от вида здания полы устраивают как по перекрытиям, так и по грунту.

В конструктивном отношении пол может состоять из одного или нескольких слоев. Верхний слой пола называют чистым полом (или покрытием пола), этот слой подвергается непосредственно эксплуатационным воздействиям. Под чистым полом устраивают подстилающий слой (или подготовку), который служит для распределения нагрузок на нижележащее основание. Между чистым полом и подстилающим слоем может устраиваться прослойка, играющая роль промежуточного соединения или упругой постели для покрытия. Третьей

составной частью пола является его основание. Основанием пола служат несущие конструкции междуэтажных перекрытий или грунт.

Таким образом, чистый пол, подстилающий слой и основание являются основными конструктивными элементами пола. Помимо этих основных элементов в полах могут укладываться также различные гидроизоляционные, звукоизоляционные и теплоизоляционные слои.

В полах, устраиваемых по междуэтажным перекрытиям, гидроизоляционный слой для защиты от воды укладывают непосредственно под чистым полом. В полах по грунту защита от грунтовой влаги осуществляется также с помощью гидроизоляционного слоя, который укладывают под подстилающим слоем. Второй гидроизоляционный слой можно устраивать в этом случае также и под чистым полом для защиты сверху от производственных жидкостей.

Различают следующие виды гидроизоляции: обмазочную, оклеечную и монолитную. Обмазочная гидроизоляция делается из двух слоев битумной или дегтевой мастики, оклеечная — состоит из двух- трех слоев битумных, дегтевых или полимерных рулонных материалов, склеенных соответствующими мастиками. Монолитная гидроизоляция состоит из слоя асфальта или пропитанного битумом щебня, утрамбованного в грунт, или слоя из влагонепроницаемых кислотостойких растворов.

Теплоизоляцию, которую в ряде случаев приходится устраивать в полах по грунту, выполняют в виде слоев из легких бетонов, которые могут быть сборными и монолитными, а также из сыпучих теплоизоляционных материалов — шлака, керамзита и т. п.

По виду применяемых для покрытия пола материалов различают полы сплошные (монолитные), полы из штучных материалов и полы из листовых материалов. Наименование покрытия является также наименованием пола.

2 Промышленная площадка горного предприятия

Первоочередной задачей проектирования промышленного предприятия является выбор района и географической точки для строительства, а затем выбор площадки для его размещения.

В задачу комплексных проектов входит решение всех инженерно-планировочных вопросов в районе на основе перспектив его экономического развития: размещение промышленных предприятий (шахт, карьеров, обогатительных фабрик, центральных механических мастерских и других объектов), а также связанных с ними населенных пунктов, энергоснабжения, транспортных и других инженерных коммуникаций.

Выбор географической точки предприятия производится планирующими организациями. При этом учитываются разработанные комплексные проекты, если для данного бассейна или месторождения таковые выполнялись. Выбор строительной площадки решается проектными организациями на стадии проектного задания.

В общем случае решающим фактором при выборе промышленных площадок, пригодных для строительства, являются:

- транспортные связи внутри района, а также данного района с другими;
- производственные связи с существующими и проектируемыми предприятиями на основе кооперирования, условия снабжения электроэнергией, водой и пр.;
- освоенность территории и наличие населенных мест и площадок, пригодных для строительства города или поселков.

В сложных условиях угольных промышленных районов с группой горных предприятий карьеров вопросы размещения предприятий и обслуживающих их коммуникаций могут иметь в каждом конкретном случае различные решения, требующие разработки вариантов и выбора наиболее выгодного. Необходимо при этом учитывать, что создание новых промышленных предприятий в угольных районах сопровождается расширенным строительством населенных пунктов городского типа и соответствующим развитием сетей дорожных и инженерных коммуникаций.

Площадки для проектируемых промышленных предприятий должны удовлетворять строительным, санитарным, а также специальным требованиям, вытекающим из особенностей проектируемого объекта.

При выборе площадок для новых или при реконструкции действующих промышленных объектов руководствуются следующими основными условиями:

- Размеры и конфигурация площадки обеспечивают размещение зданий и сооружений проектируемого объекта, а также допускают возможность его расширения.

- Размещение площадки для строительства увязывается со схемой районной планировки с учетом установленных норм приближения зон застройки и зон санитарной защиты по отношению к существующим и проектируемым предприятиям, горным выработкам, аэродромам, железным дорогам общего пользования, складам горючих и взрывчатых материалов, электростанциям, канализационным сооружениям и другим объектам.

- Рельеф выбирается спокойный, с равномерным уклоном к границам площадки не более 0,01, обеспечивающим организацию территории без больших планировочных работ. Для строительства промышленных предприятий с большими по габаритам производственными корпусами и сетью внутризаводских железнодорожных путей продольный уклон площадки не должен превышать 0,005.

Грунты должны быть устойчивыми и пригодными для возведения намеченных зданий и сооружений без устройства дорогостоящих искусственных оснований; площадки не следует располагать над месторождениями полезных ископаемых, за исключением отдельных обоснованных случаев, что надлежит согласовывать с органами Управления горного надзора.

Площадка должна характеризоваться низким уровнем грунтовых вод, исключая необходимость устройства специальных дорогостоящих оснований для зданий и сооружений, а также производства сложных гидроизоляционных работ. Среднее превышение отметок поверхности промышленной площадки над отметкой наивысшего уровня грунтовых вод желательно не менее 7 м с учетом возможности их подъема в процессе эксплуатации предприятия.

Площадка не должна затопляться паводковыми водами, во избежание чего ее поверхность превышает отметку не менее чем на 0,5 м плюс высота волны; при этом наивысший горизонт высоких вод принимается при повторяемости 50-100 лет.

Площадку следует располагать с подветренной стороны по отношению к населенным местам и так, чтобы она не подвергалась задымлению со стороны других предприятий. Следует избегать непроветриваемых котловин.

Размещение площадки обеспечивает наиболее целесообразные решения по примыканию подъездного пути к ближайшей железнодорожной станции, строительству и эксплуатации рельсовых и безрельсовых дорог, систем водоснабжения и канализации, энергосистем и газового хозяйства, а также других устройств, необходимых для обслуживания намеченного промышленного предприятия. Вводы коммуникаций на площадку осуществляют, по возможности, без сложных земляных работ и дорогих искусственных сооружений.

Одновременно с выбором примыкания необходимо разрешать вопросы устройства и порядок эксплуатации:

а) подъездного пути, примыкающего к станции общего пользования, с погрузкой угля в железнодорожные вагоны на путях предприятия:

б) объединенной железнодорожной станции и предприятия с подъездным путем до промышленной площадки;

в) станции, подчиненной промышленности, с производством на ней всего комплекса работ по переработке.

Эти вопросы решаются совместно с управлением железной дороги и фиксируются в документах по согласованиям, которые будут положены в основу проектирования погрузочной станции.

Площадку следует располагать близко к источнику водоснабжения, с отводом сточных вод на коротком расстоянии.

Для сокращения затрат на освоение территории при выборе площадки учитывается и согласовывается с заинтересованными организациями возможность кооперирования с другими промышленными предприятиями при строительстве и эксплуатации общих подъездных ветвей, инженерных сетей, жилищного и культурно-бытового строительства, базы строительной индустрии и т. п.

При выборе площадок для строительства угольных предприятий в зависимости от характера их производства учитывают и обеспечивают, в дополнение к перечисленным выше, специальные требования, в том числе:

- промышленные площадки карьеров и обогатительных фабрик выбирают, как правило, на безугольных участках;

- при размещении поверхности горных предприятий на угольных площадях учитывают предохранительные целики под зданиями, сооружениями и коммуникациями;

- вблизи выбранных площадок намечают достаточные по размерам

- удобные по рельефу и конфигурации участки для размещения отвалов шлама, золы, пустой породы, хвостов и других отходов.

Следует отметить, что главнейшими факторами, определяющими основную

схему генерального плана промышленного предприятия, являются технологические устройства и железнодорожные пути широкой колеи или подвесные канатные дороги.

На рис. 2.1 приведен генеральный план поверхности современного горного предприятия при наличии обогатительной фабрики.

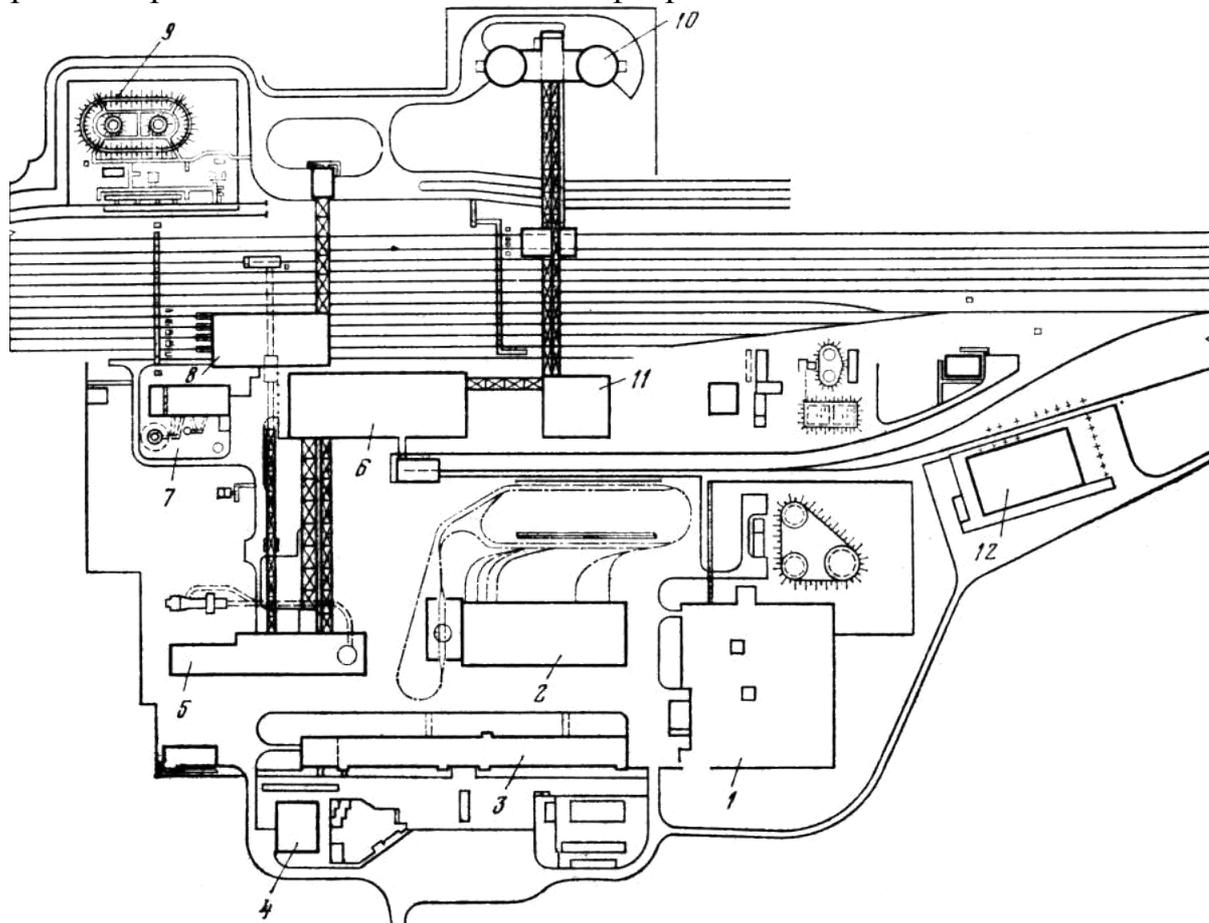


Рис. 2.1. Генеральный план поверхности горного предприятия:

1 — электростанция; 2 — блок вспомогательного ствола; 3 — административно-бытовой комбинат; 4 — столовая; 5 — блок главного ствола; 6 — главный корпус обогатительной фабрики; 7 — котельная; 8 — корпус сортировки и погрузки угля; 9 — склад мазута; 10 — склад мелкого щебня; 11 — корпус сушки; 12 — материальный склад.

В экономическом отношении место заложения горных предприятий выбирают так, чтобы капитальные затраты и эксплуатационные расходы были наименьшими.

Условия выбора промышленной площадки для карьеров диктуются схемой вскрытия и направлением головного участка выездной траншеи, см. рис. 2.2.

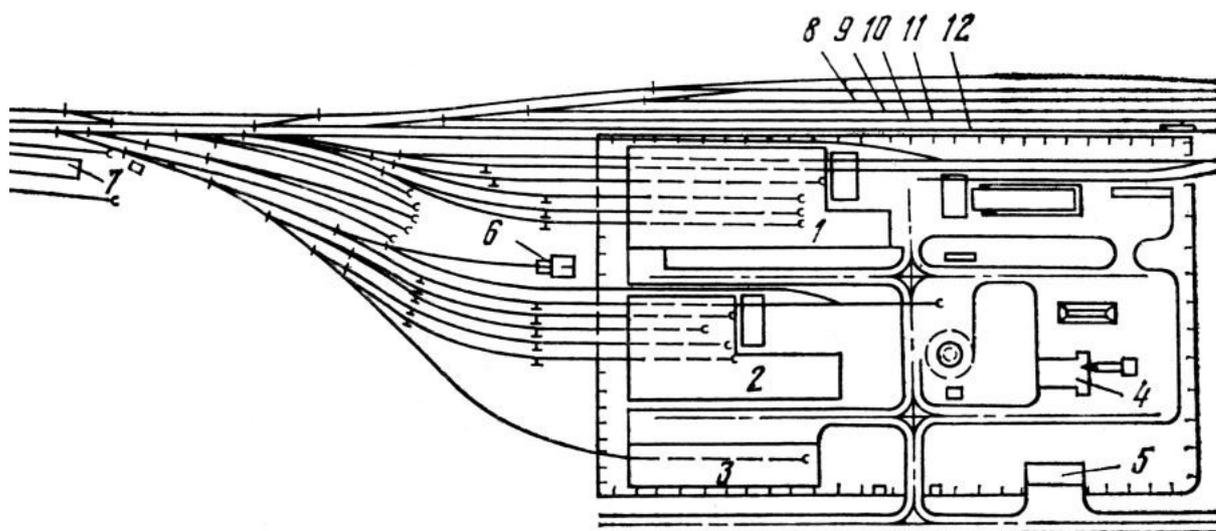


Рис. 2.2. План промплощадки угольного карьера производственной мощностью 1,0 млн т/год:

1 – депо для вагонов; 2 – электровозное депо; 3 – ремонтно-механическая база; 4 – котельная; 5 – контора; 6 – пункт ремонта контактной сети; 7 – экипировочное депо для вагонов; 8, 9 и 10 – приемно-отправочные пути; 11 – обгонный путь; 12 – отправочный путь для груженых вагонов

Однако по сравнению с горным предприятием местоположение этой площадки не имеет таких жестких требований и в большинстве случаев допускает передвижку ее на лучшее место за счет удлинения железнодорожного пути, автомобильной дороги или конвейера, выдающих горную массу на поверхность.

При выборе промышленной площадки карьера существует ограничение приближения ее к участкам, на которых применяются взрывные работы. Минимальное расстояние регламентируется пределами 300—500 м.

2.1. Компоновка технологического комплекса горного предприятия

При разработке генерального плана компоновка производственных зданий и сооружений поверхности, их взаимное расположение и транспортные связи рассматриваются в зависимости от принятой для предприятия технологии производственных процессов. Для генерального плана в целом производственные процессы составляют технологическую основу его разработки.

Характер технологической схемы производства определяется в основном требованиями потребителя, т.е. условиями, определяющими вид отправляемого продукта. Существенное значение имеет также производственная мощность предприятия (на горные предприятия большой мощности, например, строят, как правило, обогатительные фабрики). Со временем меняются требования к продукции, средствам механизации, поэтому меняется технологическая основа. Для полноты освещения вопроса целесообразно рассмотреть его в развитии применительно к действующим горным предприятиям, построенным или реконструированным за последние три десятилетия, и к основным горным предприятиям, находящимся в стадии проектирования, строительства или освоения проектной мощности.

Для действующих горных предприятий выделим три типичные схемы основных технологических процессов отправки угля в зависимости от его вида:

- в рядовом виде;
- в рассортированном необогащенном виде;
- в обогащенном виде.

По первой схеме уголь, поступает в приёмные бункера. Из приёмных бункеров питателями уголь подаётся на грохоты, где он разделяется на классы: ± 75 или ± 100 , или ± 150 мм. Подрешетный продукт поступает в погрузочные бункера. Из крупного надрешетного класса удаляются куски дерева, металла, видимая порода, после чего уголь поступает на дробление, затем смешивается с подрешетным продуктом. При заполнении бункеров в отсутствие железнодорожных вагонов уголь направляется на склад, откуда он снова поступает в бункера при наличии порожняка.

Технологическая схема поверхности отличается простотой и более высоким уровнем механизации всех процессов, связанных с транспортированием угля, породы и котельных шлаков.

Схема движения и обработки угля при отправке в рассортированном по крупности виде, отличается тем, что после дробления, перед загрузкой в вагон, его классифицируют на грохотах. Рядовой уголь поступает на сортировку после предварительного просеивания. При просеивании из угля крупного класса выбирают породу, уголь дробят и смешивают с подрешетным продуктом. Рассортированный по крупности уголь распределяют по ячейкам бункера. При погрузке угля крупных классов предусматриваются меры по борьбе с измельчением его, кроме того, непосредственно после выхода угля из бункера производится отсев мелочи, которая образуется при перемешивании угля в бункере. Отсевы угля направляются в соответствующие ячейки.

При отправке угля в обогащенном виде предусматривается устройство аккумулярующих бункеров для регулирования неравномерности потока угля из шахты и работы обогатительной фабрики. Уголь из аккумулярующих бункеров поступает на грохот; из над крупными решетных классов угля отбирают породу, после чего уголь дробят, смешивают с мелким классом и направляют на обогатительную установку.

2.2. Основные принципы построения генерального плана горного предприятия

Как отмечалось выше, компоновочные решения поверхности предприятия определяются её технологическим комплексом, т. е. схемой движения и обработки продукта на предприятии. Технологический комплекс, в свою очередь, зависит от мощности предприятия, требуемой кондиции отправляемой с него продукции. Но более всего расположение блоков технологического комплекса обуславливается взаимным расположением подъездных дорог и условий подхода железнодорожного пути.

Размещение на генеральном плане объектов обслуживающего назначения производится с учётом производственной связи каждого из объектов с

упомянутыми блоками.

При разработке генерального плана следует также соблюдать определённые архитектурно – планировочные принципы застройки территории. Проектирование генерального плана должно начинаться с объединения, группировки отдельных цехов и сооружений в блоки (по признакам общности производственной характеристики и связей) и распределения территории промышленной площадки между ними, т. е. *зонирование территории*. Производственные здания группируются в соответствующей зоне по принципу единства производственного процесса с учётом санитарных и противопожарных требований, вида обслуживающего транспорта и однородности инженерного обслуживания. При рассмотрении функционального зонирования территории выделяют следующие зоны: *предзаводская, производственная, подсобная и складская*.

Предзаводскую зону образуют вспомогательные здания и сооружения общего назначения: административно–бытовые комбинаты (АБК), столовые, медпункты, пожарные депо, стоянки транспорта и т. п., располагаемые со стороны основных проходов и въездов на промышленную площадку.

Производственная зона включает объекты основного технологического комплекса. Подсобную зону составляют здания и сооружения, обслуживающие основное производство:

- группа сооружений энергетического назначения (ТЭЦ, котельные, калориферные, вентиляторные, компрессорные, электроподстанции и т. п.), располагаемые по возможности ближе к основным потребителям и источникам топлива, электроэнергии и воды;

- блоки сооружений водопровода и канализации (насосные станции, резервуары хозяйственно – питьевого и противопожарного назначения, градирни, отстойники и резервуары вод, бытовых стоков и т. п.); ремонтно-механические мастерские и т.п.

Зона складского и транспортного хозяйства предприятия включает склады готовой продукции, материальные склады (например, крепёжных материалов, пункты погрузки и т. д.). Эта зона располагается вдоль подъездных транспортных путей – железнодорожных и автомобильных внутривозрадных дорог. Такой приём планировки обеспечивает лучшее использование внутреннего транспорта, исключает пересечение грузопотоков; создаёт благоприятные санитарно – гигиенические условия труда, благодаря отделению чистой зоны от чёрной; улучшает схему укладки подземных инженерных коммуникаций (водопровода, канализации, кабельной сети, воздухопроводов и др.).

Отвалы породы и шлаков, угольные склады и шламовые отстойники группируют в чёрной зоне, располагая её с подветренной стороны по отношению к остальной территории поверхности горного предприятия и, особенно, к жилому посёлку. Подветренная сторона определяется по господствующему направлению ветра в данном районе.

Между чёрной зоной и зоной, в которой размещаются АБК, здание вентиляторов, компрессорная станция и здания подъёмных машин, следует делать разрыв шириной 40 – 50 м с устройством полосы зелёных насаждений.

По отношению к сторонам света и направлению господствующих ветров здания ориентируют так, чтобы были соблюдены санитарные требования естественного освещения и проветривания помещений.

При зонировании предприятия учитывают безопасность движения рабочих. С этой целью не допускают пересечения железнодорожных путей основным людским потоком. В исключительных случаях, когда этого избежать невозможно, устраивают для безопасности движения людей тоннели или путепроводы. АБК соединяют с главным производственным зданием тоннелем или закрытой эстакадой, а вход на территорию предприятия предусматривают со стороны посёлка. Здания и сооружения на промышленной площадке размещают по возможности отдельными рядами, параллельными осям площадки. При этом стремятся наружные грани стен зданий располагать в створ, т. е. в одной плоскости, линию створа называют красной линией.

Зонирование территории является важнейшей предпосылкой обеспечения оптимальных условий строительства, эксплуатации и расширения предприятия, способствует сокращению территорий и улучшению санитарно – гигиенических условий при эксплуатации. На практике зонирование достигается также разбивкой территории промышленной площадки на кварталы.

Квартал – это часть территории предприятия, ограниченная со всех сторон магистральными проездами, с размещением комплекса производственных установок, зданий и сооружений, обслуживающих одно из производств данной зоны. Квартал рассматривается как архитектурно – планировочная единица генерального плана.

Важным показателем зонирования территории промышленной площадки, а следовательно, и генерального плана, является *степень использования территории*. Этот показатель оценивается плотностью застройки промышленной площадки, определяемой в процентах в виде отношения площади застройки ко всей территории, занятой предприятием, включая веер железнодорожных путей.

В свою очередь площадка застройки определяется как сумма площадей, занятых зданиями и сооружениями, включая навесы, открытые технологические, санитарно – технические, энергетические установки, эстакады, резервуары, проходные каналы подземных коммуникаций, открытые стоянки автомобилей и склады. В площадь застройки не включаются площади, занятые отмостками вокруг зданий, тротуарами, автомобильными и железными дорогами, временными зданиями и сооружениями и другими объектами, над которыми могут быть размещены другие здания и сооружения.

Минимальные значения плотности застройки, установленные нормами проектирования, для угольных и сланцевых горных предприятий без обогатительных фабрик, составляет – 28%, а с обогатительными фабриками – 26%. Для рудников этот показатель составляет – 30%.

Для экономичного использования территории большое значение имеет конфигурация зданий в плане. Поэтому при компоновке зданий стремятся к унификации их размеров и конструкций и к наиболее рациональным и простым прямоугольным формам без пристроек и выступов, которые способствуют

сокращению разрывов между противостоящими зданиями.

Принципы функционального зонирования территории тесно связаны с вопросами *блокирования* производственных, вспомогательных и других объектов. Во всех случаях, когда это не противоречит технологическим, санитарным и противопожарным требованиям, целесообразно здания с однотипным производством объединять в укрупненные корпуса – блоки. Техно-экономические показатели предприятий, имеющих укрупненные здания, более высокие, чем показатели предприятий с большим числом мелких зданий. Объединение имеет существенное значение с точки зрения компактности и экономичности промышленной площадки. Компактность генерального плана предприятия способствует уменьшению размеров его территорий, сокращению длины транспортных путей и инженерных сетей, обеспечивает снижение стоимости строительства и эксплуатации предприятия.

На рис. 1.3 изображена площадка антрацитовой шахты с обогатительной фабрикой производственной мощностью 3,6 млн т/год. Горное предприятие, предназначенная для добычи и обогащения высококачественных антрацитов доменного производства, запроектирована с механизацией и автоматизацией всех производственных процессов, телеметрическим контролем работы подземных комплексов добычи и шахтного транспорта, диспетчерской службой и АСУ сбора и передачи информации на вычислительный центр.

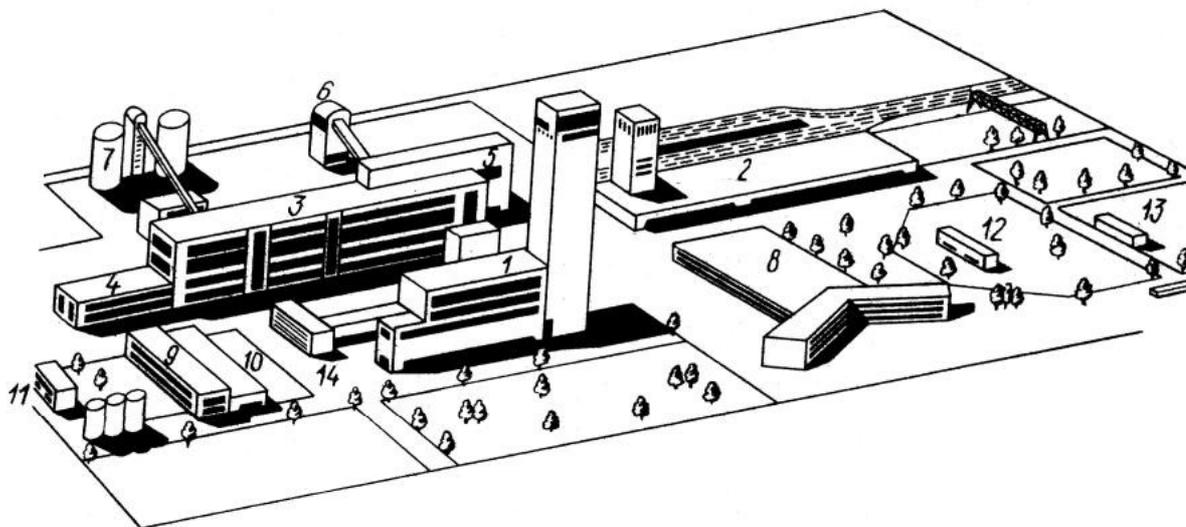


Рис. 1.3. Промышленная площадка горного предприятия производственной мощностью 3,6 млн т/год с обогатительной фабрикой

Генеральный план горного предприятия складывается из четырех основных блоков, технологического комплекса и АБК 8. Блок 1 включает башенный копер главного ствола, дробильно-сортировочное отделение с аккумулярующими бункерами емкостью 4800 т и вентиляторную 14. Из этого блока уголь через перегрузочную станцию направляется ко второму блоку, включающему котельную 4 и главный корпус обогатительной фабрики 3, где происходит обогащение крупных сортов (более 13 мм) в тяжелых средах, а мелких (до 0,5 мм) – в отсадочных машинах; корпус сушки мелкого антрацита в трубах-сушилках; корпус 5 рассортировки угля на классы по крупности и последующей погрузки готовой

продукции (бункерной – для сортов 0 – 6 и 6 – 13 мм и безбункерной – для крупных сортов) в вагоны. Штыб из корпуса сушки направляется в склад мелкого концентрата 7 с двумя силосами по 12 тыс. т. Порода из башенного копра скипового ствола по мосту направляется к корпусу автомобильной погрузки 6.

Третий блок включает надшахтное здание 2, башенный копер вспомогательного ствола, а также открытый склад крепежных материалов и крановую эстакаду для оборудования.

В четвертый блок входят – компрессорная станция, трансформаторная подстанция и распределительный пункт, насосная станция производственного водооборота и оборотного водоснабжения, фильтровальная станция шахтных вод, расположенные в одном корпусе 9, а также три резервуара шахтных вод 10 емкостью по 1000 м³ каждый, резервуар хранения соли и приготовления рассола и восьмисекционная градирня 11 оборотного водоснабжения.

На отдельных площадках расположены сооружения хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода 12 и электроподстанция 13.

Общая площадь территории предприятия около 19 га, коэффициент использования территории 0,73, плотность застройки 35%.

Глава 3. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

3.1. Объемно-планировочные и конструктивные решения

Комплекс, образующий промышленную площадку горного предприятия, включает в себя различные здания и сооружения вблизи шахтных стволов, обеспечивающие бесперебойную работу в горных выработках, а также технологические узлы и линии по обработке и погрузке полезного ископаемого, сооружения складского хозяйства и здания административно-вспомогательного назначения. В связи с тем, что объекты горнодобывающей промышленности отличаются большой капиталоемкостью и требуют значительных материальных и трудовых затрат, длительных сроков проектирования и возведения, эффективность капитальных вложений в строительство во многом определяется совершенством объемно-планировочных и конструктивных решений.

Проектирование горнотехнических, как и любых производственных зданий, начинается с составления производственно-технологической схемы, которая определяет основные размеры и планировку зданий, т. е. является основой строительных проектных решений. Производственная технологическая схема, определяя характер и массу рабочего оборудования и продукции, является решающим фактором при выборе этажности и других параметров здания. При проектировании горнотехнических зданий объемно-планировочные и конструктивные решения должны *обеспечивать высокий технический уровень их строительства* и, прежде всего, индустриальные методы возведения конструкций. Индустриализация строительства предполагает высокую степень заводской готовности здания и его конструктивных элементов.

При выборе основных строительных параметров необходимо *стремиться к*

блокированию в одно здание цехов с однотипными санитарно-гигиеническими условиями и требованиями пожаро-и взрывобезопасности. Это позволяет снизить стоимость строительства и расходы на эксплуатацию, уменьшить площадь застройки. Блокированию подлежат как основные производственные, так и вспомогательные цеха, общецеховые склады, шахтоуправления, бытовые помещения, трансформаторные подстанции, распределительные устройства и т. д.

Принятые объемно-планировочные решения здания должны *обеспечивать наилучшие условия труда*, организацию рабочих мест и безопасность работы. Безопасность и условия труда регламентируются противопожарными [2] и санитарными [3] нормами строительного проектирования. Противопожарные требования к производственным зданиям обусловлены характером размещаемого в них производства. По пожарной опасности производства подразделяют на пять категорий: А, Б, В, Г, Д.

Промышленные здания *классифицируются* по архитектурным и конструктивным признакам, назначению, капитальности, долговечности и огнестойкости.

Из *архитектурных признаков* основными являются число этажей и пролетов, характер расположения внутренних опор и застройки. По числу этажей промышленные здания подразделяются на одно- и многоэтажные. Преимущественное распространение получили одноэтажные здания с горизонтальным технологическим процессом — на них приходится около 75% всех сооружаемых производственных площадей.

Многоэтажные горнотехнические здания предназначены для производств с вертикальным технологическим процессом, либо для административно-бытовых комбинатов. Таковы, например, обогатительные фабрики, бункера.

Здания *сплошной* застройки (рис. 3.1, а, б, в) отличаются значительными размерами. Они проектируются либо бесфонарными с искусственным освещением и принудительной вентиляцией, либо с устройством световых и аэрационных фонарей, обеспечивающих естественное освещение и проветривание.

Здания *навильонной* застройки (рис. 3.1, г) имеют ограниченное число пролетов или один пролет с целью обеспечения естественного освещения и аэрации через боковые проемы и фонари. Здания этого типа находят применение при строительстве главных корпусов обогатительных фабрик.

По расположению *внутренних опор* одноэтажные промышленные здания подразделяют на три типа: пролетные, зальные и ячейковые. *Пролетный* тип (рис. 3.1, а) характеризуется преобладанием пролета над шагом колонн.

Для зданий *зального* типа (рис. 3.1, б) характерны большие пролеты, требующие специальных несущих конструкций кровли с пролетом от 36 до 100 м.

Здания такого типа применяют в случаях, когда необходимо иметь значительные производственные площади без внутренних опор. Здания зального типа не являются массовыми, и поэтому их архитектурно-планировочные и конструктивные решения жестко не регламентируются.

Здания *ячейкового* типа (рис. 2.3, в) имеют обычно квадратную сетку колонн.

Такие здания легко допускают изменения в направлениях производственных потоков. Производственные здания классифицируются также по *конструктивным признакам*. В этом отношении они подразделяются на каркасные, бескаркасные и с неполным каркасом.

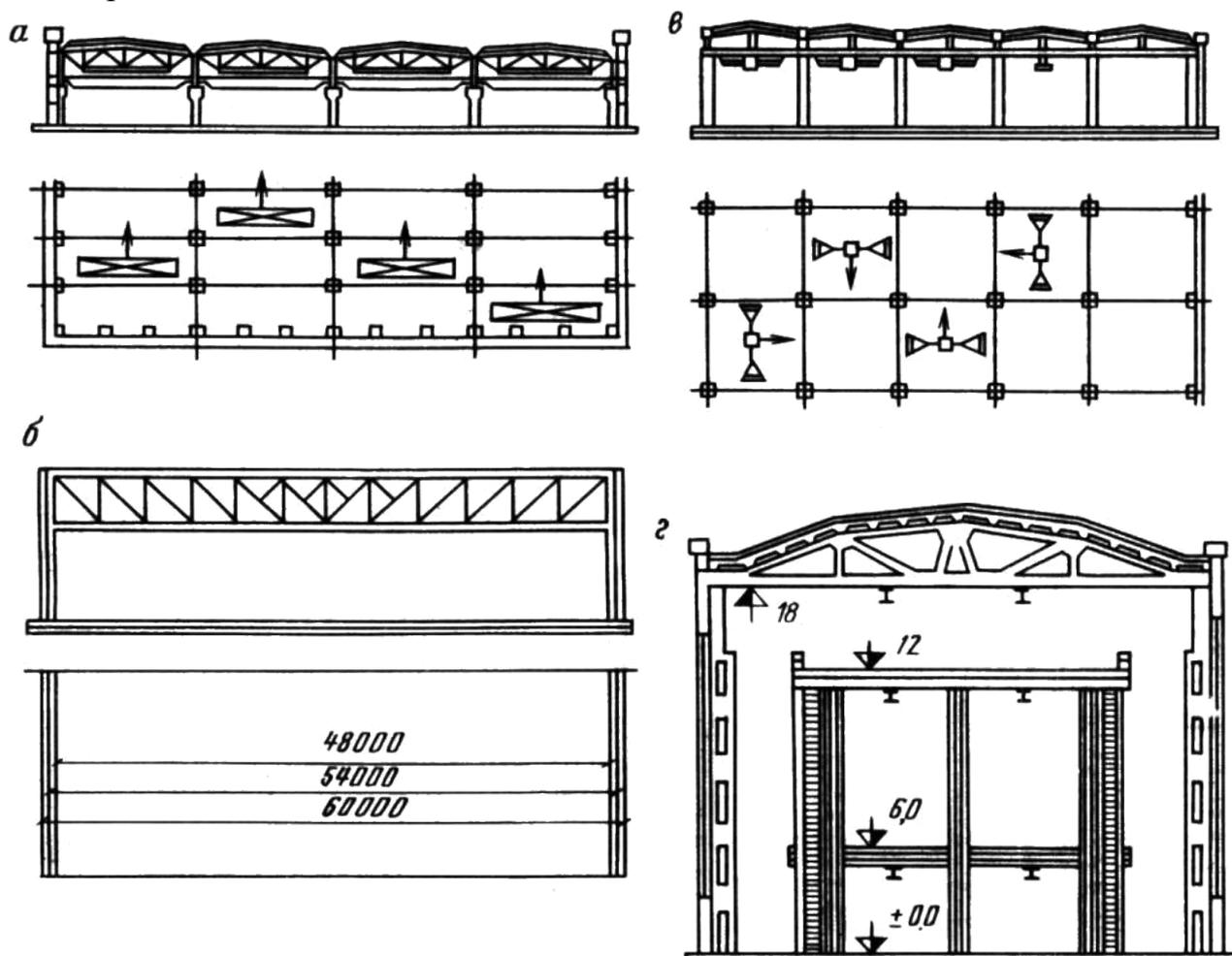


Рис. 3.1. Основные виды конструктивных решений одноэтажных производственных зданий

В *каркасных* зданиях все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимают элементы каркаса, а стены (самонесущие или навесные) выполняют только роль ограждения. Конструктивная каркасная схема обеспечивает редкую сетку колонн, свободную планировку помещений, полную унификацию сборных конструкций и экономичное решение одно- и многоэтажных зданий.

Каркас одноэтажных зданий состоит из поперечных рам с заземленными в фундаментах колоннами и опертыми на них конструкциями покрытия, чем достигается независимая унификация колонн, ферм и кровельных балок. В многоэтажных каркасных зданиях применяют рамно-связевую систему, при которой поперечная жесткость обеспечивается рамами с жесткими узлами, а продольная – связями и лестничными клетками.

Бескаркасные здания применяют редко – при небольших пролетах и высотах. В месте опирания стропильных конструкций несущие стены усиливают, как правило, пилястрами.

Здания, имеющие два и более пролетов, иногда проектируются с *неполным*

каркасом, при котором наружные ряды колонн отсутствуют и заменены несущими стенами (например, здания АБК).

На рис. 3.2 представлена общая конструктивная структура ячейки в каркасном здании и её основные элементы: фундаменты, колонны, балки, фермы, плиты покрытия, стеновые панели ограждения и т. д.

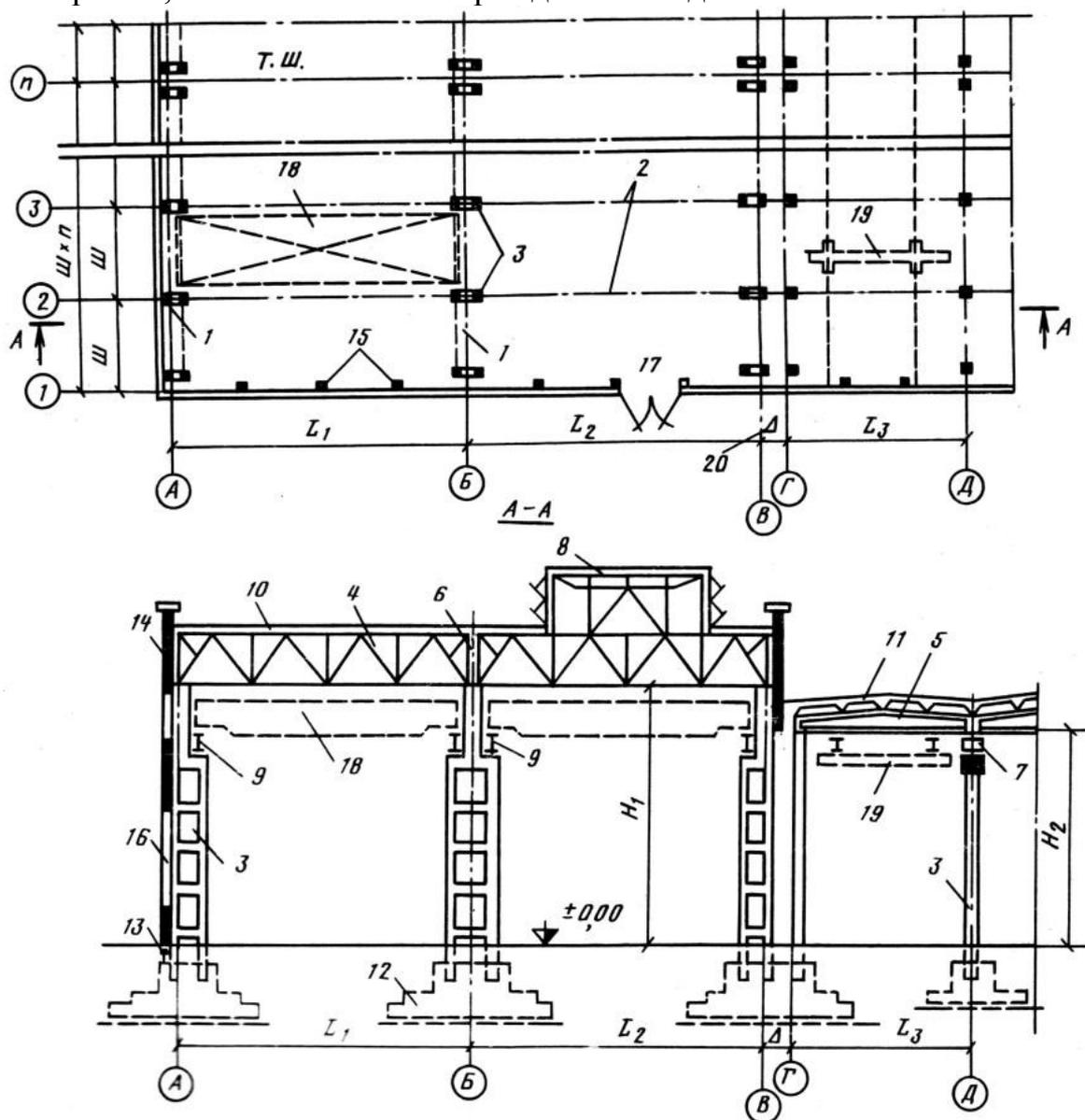


Рис. 3.2. Конструктивная структура ячейки одноэтажного каркасного здания пролетного типа и основные строительные конструкции:

Ш – шаг колонн; Т.Ш – температурный шов; H_1 , H_2 – высоты пролетов, L_1 , L_2 , L_3 – величины пролетов; 1, 2 – продольные и поперечные разбивочные оси; 3 – колонны здания; 4, 5 – стропильные фермы и балки; 6, 7 – подстропильные фермы и балки; 8 – светоаэрационный фонарь; 9 – подкрановые балки; 10 – стальной профилированный настил для кровли; 11 – железобетонные плиты покрытия; 12 – фундаменты; 13 – фундаментные балки; 14 – стеновые панели ограждения; 15 – колонны торцевого фахверка; 16 – окна; 17 – ворота; 18 – мостовой кран; 19 – подвесной кран; 20 – вставка

По функциональному назначению здания и сооружения горных предприятий

подразделяются на: производственные, вспомогательные, энергетические, транспортные, санитарно-технические.

По *капитальности* промышленные здания делятся на три класса в зависимости от их назначения и значимости. Для каждого класса устанавливаются соответствующие эксплуатационные требования, определяемые размерами помещений, технической оснащенностью, удобством монтажа технологического оборудования и т. п., а также требования по долговечности и огнестойкости основных конструктивных элементов здания.

К I классу относятся здания и сооружения, к которым предъявляются максимальные требования. Класс здания назначается организацией, выдающей задание на проектирование. Здания и сооружения основного производственного назначения на поверхности горных предприятий, как правило, имеют II класс капитальности. По *долговечности*, которая характеризуется сроком службы основных строительных конструкций, промышленные здания подразделяются на три степени: со сроком службы не менее 100 лет — I степень; со сроком службы не менее 50 и 20 лет — соответственно II и III степени.

По *огнестойкости*, которая характеризуется степенью возгораемости и пределом огнестойкости строительных материалов и конструкций, промышленные здания подразделяются на пять степеней. При этом все строительные материалы и конструкции делят на три группы возгораемости — несгораемые, трудносгораемые и сгораемые, а под пределом огнестойкости понимают время в часах до потери устойчивости или несущей способности данными конструкциями.

Группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости основных строительных конструкций промышленных зданий установлены нормами [2]. Так, для зданий I и II степени огнестойкости основные несущие конструкции должны быть несгораемыми, предел их огнестойкости должен быть не менее 2,5 и 2 ч соответственно, а предел огнестойкости плит перекрытий — 1 и 0,75 ч. К V степени огнестойкости относятся здания из сгораемых материалов.

Для зданий того или иного класса капитальности установлены соответствующие им степени огнестойкости и долговечности:

Класс капитальности	Степень долговечности	Степень огнестойкости
I	Не ниже I	Не ниже II
II	Не ниже II	Не ниже III
III	Не ниже III	Не нормируется

Выбор основных строительных параметров здания, т. е. его основных размеров (ширины пролетов, шага колонн, высоты помещений и этажности), определяется в соответствии с требованиями *единой модульной системы* и согласно унифицированным габаритным схемам. Выбор ширины пролетов и шага колонн одноэтажного промышленного здания определяется расстановкой оборудования, размерами изготавливаемой продукции и технико-экономическими расчетами, в частности, возможностью изготовления стропильных балок или ферм принятой длины в районе строительства.

Высота одноэтажного здания, т. е. расстояние от уровня чистого пола до низа

несущих конструкций покрытия, зависит от технологических, санитарно-гигиенических и экономических требований. Предварительное определение высоты пролета производится в результате суммирования следующих величин (рис. 3.3): h_1 — высоты наибольшего технологического оборудования; h_2 — расстояния от верха оборудования до низа перемещаемого груза ($\geq 0,5$ м); h_3 — высоты перемещаемого в транспортном положении груза; h_4 — расстояния от верха до центра крюка (≥ 1 м); h_5 — расстояния от центра крюка до головки рельса (0,5—4,8 м в зависимости от грузоподъемности крана); h_6 — высоты крана (0,5—5,9 м); h_7 — просвет между верхом крана и низом несущих конструкций покрытия ($\geq 0,1$ м).

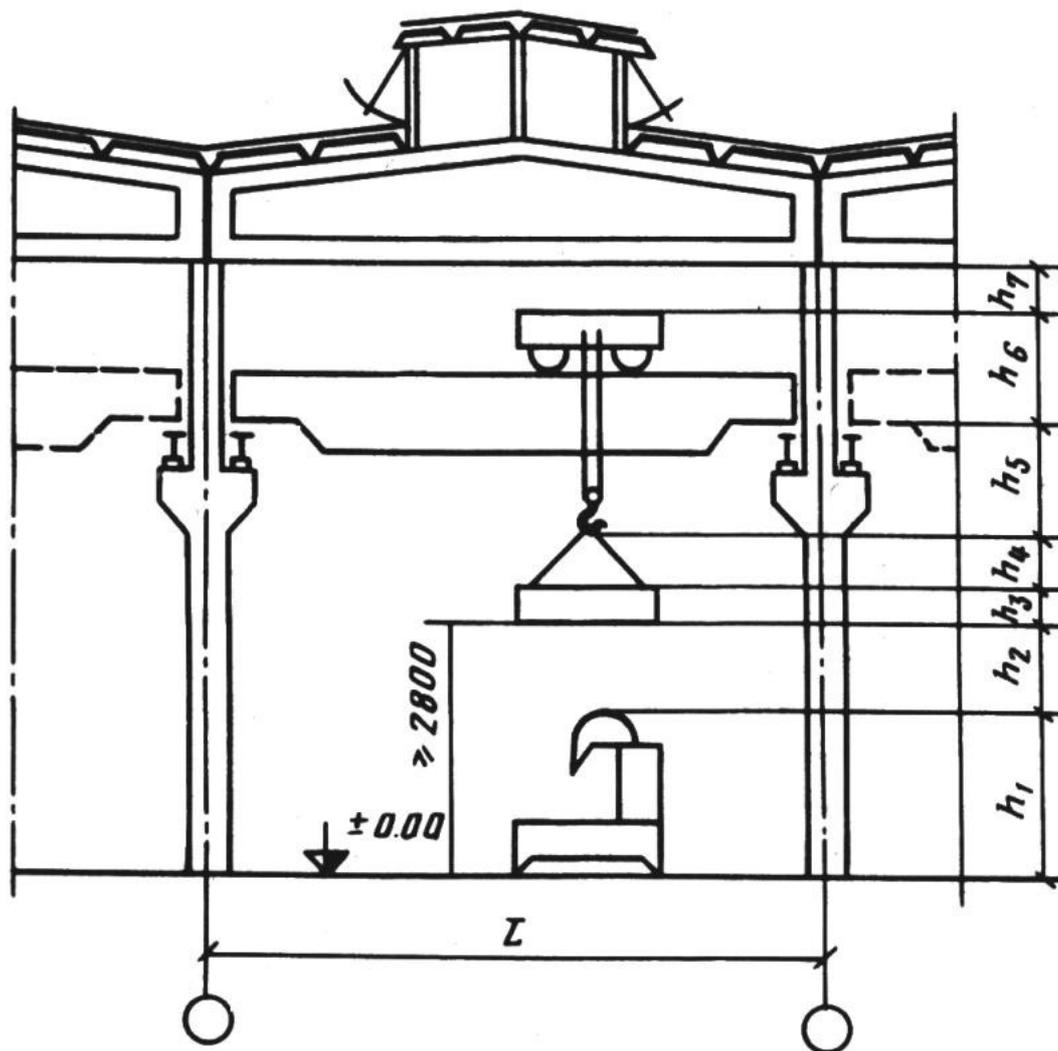


Рис. 3.3. Схема к предварительному определению высоты одноэтажного производственного здания

Высота одноэтажных зданий (от пола до низа горизонтальных несущих конструкций на опоре) должна быть не менее 3 м, высота этажа многоэтажных зданий (от пола лестничной площадки данного этажа до пола лестничной площадки вышележащего этажа), за исключением высоты технических этажей, должна быть не менее 3,3 м.

В помещениях высота от пола до низа выступающих конструкций перекрытия (покрытия) должна быть не менее 2,2 м. Высота от пола до низа выступающих частей коммуникаций и оборудования, в местах регулярного

прохода людей и на путях эвакуации, не менее 2 м, а в местах нерегулярного прохода людей — не менее 1,8 м.

При необходимости въезда в здание пожарных автомобилей высота проездов должна быть не менее 4,2 м до низа выступающих частей коммуникаций и оборудования.

Длину цеха определяют делением общей площади цеха, подсчитанной с учетом мощности предприятия, на принятую ширину пролетов. Наметив основные строительные параметры зданий, выбирают применительно к ним габаритные схемы или унифицированные типовые секции.

3.2. Специфика строительного проектирования с учетом экологических особенностей горного производства

Перед горнодобывающей промышленностью стоят задачи более комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, не допуская их потерь при добыче и переработке, а также совершенствования технологических процессов и транспортных средств с целью сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду. Претворение в жизнь этих важных задач находит отражение при проектировании современных горных предприятий.

Экологические задачи и вопросы, связанные с охраной окружающей среды, при проектировании решаются в генеральном плане промышленного предприятия, для которого необходимо соблюдать требования максимальной компактности.

Исходя из этого требования, расстояния между зданиями принимают минимально возможными с точки зрения технологических, транспортных и других условий, однако не менее тех, которые устанавливаются в соответствии с противопожарными и санитарно-гигиеническими требованиями. Ориентировка зданий относительно стран света и направления господствующих ветров должна обеспечивать наилучшее освещение и проветривание, должны быть учтены условия задымления от соседних сооружений. С этой точки зрения нельзя располагать с наветренной стороны зданий установки с производственными процессами, выделяющими в атмосферу газ, дым, пыль, а также взрыво- и пожароопасные объекты. Расстояние от открытых складов пылящих материалов до производственных и бытовых зданий должно быть не менее 50 и 25 м соответственно.

Для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками производственных вредностей, нормами устанавливаются минимальные расстояния от предприятия до жилой застройки. *Санитарно-защитные зоны*, в зависимости от санитарной классификации предприятия колеблются от 100 до 500 м. В соответствии с этой классификацией угольные шахты принадлежат к классу II (зона размером 500 м), железорудные шахты — к классу IV (зона размером 100 м), обогатительные фабрики — к классу III (зона размером 300 м). Разрывы между зданиями, освещаемыми оконными проемами, должны приниматься не менее высоты противостоящих зданий. Разрывы между открытыми технологическими установками и зданиями не нормируются и принимаются по технологическим условиям.

Противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями зависят от их степени огнестойкости и класса производства по пожарной опасности. Так, для производства категории *Г* и *Д* расстояние между зданиями I и II степени огнестойкости не нормируется, во всех остальных случаях оно колеблется от 9 до 18 м.

Наименьшие расстояния от зданий до открытых наземных расходных складов угля, торфа, лесоматериалов и легковоспламеняющихся или горючих жидкостей колеблются от 6 до 36 м, до наземных резервуаров горючих жидкостей — 8–15 м, до газгольдеров — 21–30 м.

Для электрических сетей напряжением до 1 кВ устанавливаются охранные зоны, в пределах которых запрещается осуществлять земляные, строительные или монтажные работы без разрешения соответствующих организаций. Минимальная высота подвески неогражденных оголенных токоведущих частей в шахтных электроподстанциях должна составлять не менее 2,5 м при напряжениях 1-10 кВ и 2,75 м — при напряжениях 10-35 кВ.

Для защиты зданий от увлажнения или обледенения устанавливаются наименьшие расстояния до водоохладителей различного типа — брызгальных бассейнов, башенных и вентиляторных градирен (15–42 м).

Отвалы породы следует располагать в черной зоне. Минимальное расстояние границы отвала до поселков должно составлять 700 м, до автомобильных дорог — 60 м, до линии электропередач в зависимости от напряжения — 100–300 м, до вентиляционного ствола — 80 м и т. д.

Проектирование мероприятий по созданию наилучших условий труда осуществляют в соответствии с нормами естественного и искусственного освещения и вентиляции [3], т. е. нормами минимальной кратности воздухообмена в помещении в зависимости от производственных тепло- и влаговыведений и наличия вредных веществ в воздухе рабочей зоны [3]. Так, в помещениях с постоянным пребыванием людей и без производственных выделений минимальная кратность воздухообмена в час равна трем; объем производственного помещения на каждого работающего должен составлять не менее 15 м³, а площадь поперечного сечения – не менее 4,5 м².

Нормируются также отопление, предельно допустимые концентрации вредных веществ, шум, ультразвук, вибрации, различные излучения и другие вредные факторы. Наконец, нормируется проектирование различных вспомогательных зданий и сооружений, включая бытовые помещения и устройства (т. е. гардеробные, умывальные, душевые, туалеты, помещения для сушки, обеспыливания рабочей одежды и т. п.), помещения общественного питания и здравоохранения, культурного обслуживания и просвещения, а также помещения административного назначения и общественных организаций.

Безопасность труда регламентируется противопожарными и санитарными нормами строительного проектирования. Так, на случай возникновения пожара должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации находящихся в здании людей и ценностей. Число эвакуационных выходов должно быть не менее двух, при этом устанавливаются:

– максимально допустимые расстояния от наиболее удаленного рабочего места до выхода;

– предельная ширина проходов, коридоров, дверей, лестничных клеток и т. п.

Технологическое оборудование, создающее вибрацию на рабочих местах, должно быть изолировано, а температура нагретых поверхностей оборудования не должна превышать 45°C.

3.3. Особые условия проектирования зданий и сооружений

При эксплуатации горных предприятий и карьеров в горнорудной промышленности в результате применения массовых взрывных работ, подработки участков поверхности горными работами, неравномерной осадки искусственно создаваемых на рудниках насыпных грунтов и т. д. создаются особые условия, неблагоприятно влияющие на техническое состояние сооружений.

На основании наблюдения и изучения этих условий при проектировании и строительстве сооружений предусматриваются специальные мероприятия по их охране и обеспечению нормального режима эксплуатации путем усиления конструкций, применения особых конструктивных решений и др.

3.3.1 Особенности проектирования в сейсмических районах

Во время землетрясения сооружения испытывают дополнительные нагрузки — сейсмические удары, вызывающие сотрясения и колебания зданий. Поэтому в районах, подверженных землетрясениям, к строительным конструкциям предъявляют так же специфические требования.

Сила землетрясения оценивается в баллах по двенадцатибалльной системе Рихтера.

Для каждого строительного объекта устанавливают в баллах расчетную сейсмичность в зависимости от сейсмичности района строительства, принимаемой по карте сейсмического районирования, с учетом класса здания или сооружения. В соответствии с расчетной сейсмичностью назначают конструктивные мероприятия, обеспечивающие необходимую устойчивость и прочность объекта при землетрясении.

Для крупных производственных и гражданских зданий, в которых может находиться значительное число людей, принимают повышенные значения расчетной сейсмичности. Специальные конструктивные мероприятия назначаются только при расчетной сейсмичности более 6 баллов.

Прежде всего, в сейсмических районах участки для строительства промышленных предприятий и населенных пунктов следует выбирать с учетом вида грунта и рельефа местности. Наиболее устойчивыми являются скальные неветерившиеся горные породы; вполне надежными — плотные пласты гравия, песка. Малоудовлетворительными считаются мергелистые породы, неплотные суглинки и супеси. К наиболее опасным относятся малопрочные, насыщенные водой, мягкие и рыхлые грунты: торф, наносные и насыпные грунты, лёссовидные суглинки и т. п. Неблагоприятными для строительства в сейсмических районах

являются склоны оврагов и ущелий, берега рек и особенно оползневые участки.

Сейсмостойкость зданий и сооружений определяется главным образом степенью их пространственной жесткости: чем больше жесткость, тем выше сейсмостойкость. Для обеспечения жесткости используют продольные и поперечные стены, рамы каркаса, конструкции перекрытий, обвязки, контрфорсы и т. п. В необходимых случаях предусматривают устройство специальных антисейсмических поясов.

Несущие стены могут воспринимать значительные инерционные нагрузки в продольном направлении, поэтому следует избегать изломов стен в плане. Внутренние стены целесообразно делать сквозными на всю ширину и длину здания. Сейсмостойкость каменных стен может быть значительно повышена путем армирования их стальными стержнями и сетками.

Особенно уязвимы при землетрясении углы зданий, места примыкания и пересечения стен, эти места армируются и в них не прокладываются вентиляционные и дымовые каналы, в проемах окон и дверей устраиваются железобетонные обрамления или же кирпичная кладка армируется (рис. 3. 4).

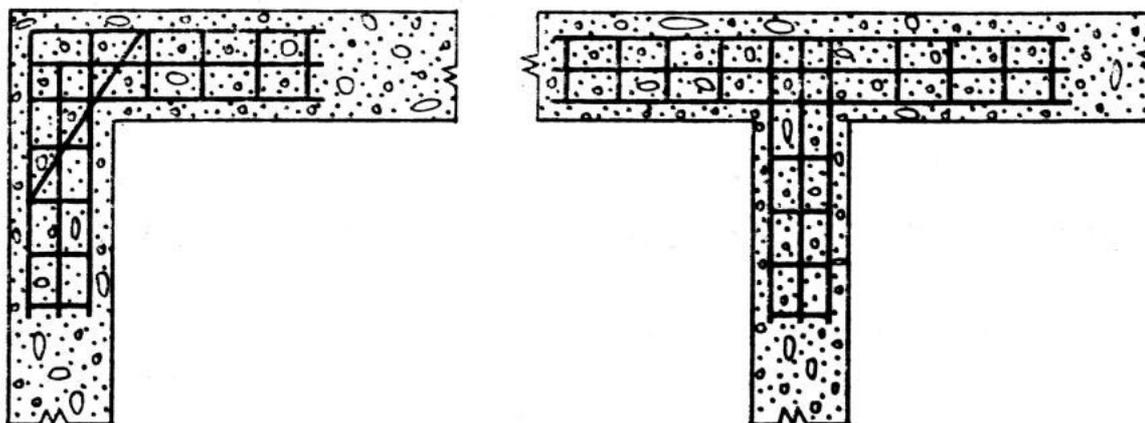


Рис. 3.4. Схемы усиления углов и мест примыкания стен арматурными сетками

При больших размерах и сложных в плане очертаниях здания должны быть разрезаны антисейсмическими швами на отдельные отсеки простой формы. Швы между отдельными примыкающими друг к другу несущими конструкциями (стенами, колоннами, фундаментами) разрезают здания по всей высоте (рис. 3.5, а, б).

Антисейсмические пояса в зданиях с каменными стенами устраивают в виде железобетонных или армокаменных конструкций по всему периметру (в плане) продольных и поперечных стен (рис. 3.5, в). Пояса располагают на уровне каждого междуэтажного перекрытия, на уровне чердачного перекрытия и над подвалом. При высокой расчетной сейсмичности для более прочной связи с кирпичной кладкой из поясов выпускают стальную арматуру вниз и вверх на 2—3 ряда кладки. Концы балок и плит перекрытий прочно связывают с поясами при помощи анкеров. Верхний пояс связывается анкерами с мауэрлатами, это обеспечивает устойчивость кровли от сдвига.

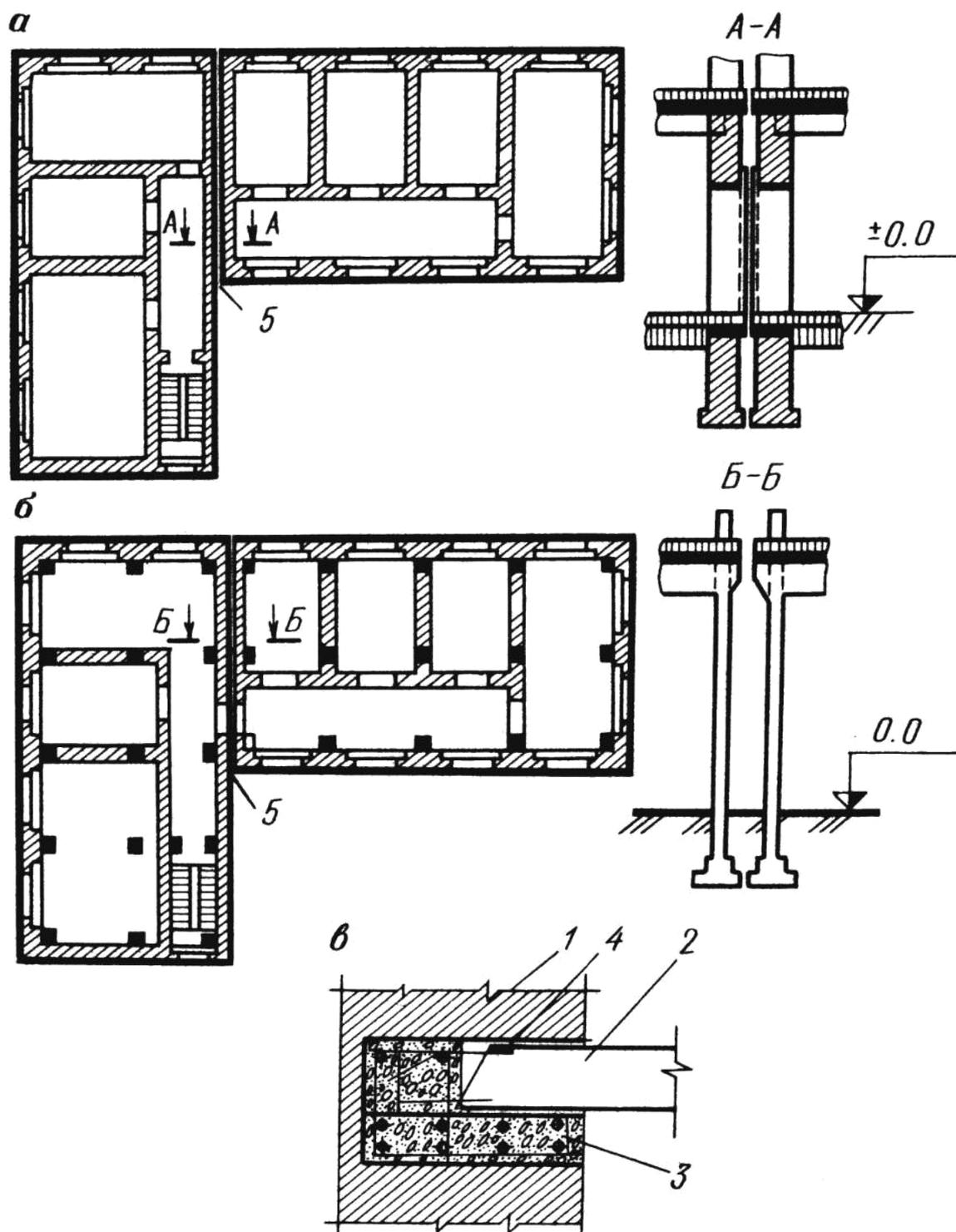


Рис. 3.5. Схемы разрезки зданий на отсеки антисейсмическими швами: – при несущих стенах; б – при железобетонном каркасе; в – антисейсмический пояс: 1 – стена; 2 – панель перекрытия; 3 – железобетонный пояс; 4 – закладная деталь; 5 – антисейсмический шов

Для уменьшения инерционных сил при землетрясении и вызываемых ими опрокидывающих моментов стремятся максимально уменьшить вес здания, особенно его верхних частей. Равнодействующая сейсмических сил в этом случае расположится ниже, что уменьшит опрокидывающий момент.

Части здания, имеющие различную жесткость, сопрягать не следует. Это надо учитывать при разбивке здания на отсеки антисейсмическими швами.

Целесообразно, чтобы каждый отсек в плане был окружен стенами и имел замкнутую форму.

При расчете конструкции здания кроме обычных нагрузок учитывают дополнительные условные сейсмические силы инерции. Эти силы действуют горизонтально и распределяются в объекте пропорционально распределению нагрузок.

3.3.2. Охрана сооружений в районах взрывных работ

На многих горнорудных предприятиях (особенно при открытой раз-работке месторождений) одновременно взрывают большое количество взрывчатых веществ. В результате взрывных работ возникают колебания коренных пород и грунта, аналогичные сейсмическим колебаниям во время землетрясений.

При взрывах колебания довольно быстро (в течение 1–10с) затухают. Наиболее опасны для зданий и сооружений колебания с периодом 0,1–0,5с. Большие значения периодов колебания характерны для грунтов, имеющих невысокую несущую способность, и для обводненных грунтов. Многие рудничные сооружения и здания имеют собственный период колебаний в пределах 0,2–0,5с близкий к периоду сейсмических колебаний, характерному для слабых водонасыщенных грунтов. В таких грунтах может возникнуть наибольшая опасность разрушения сооружений. В скальных грунтах, период колебаний которых обычно не превышает 0,1 с, вероятность возникновения явлений резонанса и разрушений значительно уменьшается. По данным наблюдений установлено, что при одиночных взрывах и скоростях колебаний, менее 0,1–0,14 м/с, разрушения сооружений не наблюдаются.

При массовых взрывных работах расстояние промышленной площадки от места взрывов должно определяться, исходя из следующих условий.

Люди, находящиеся на промышленной площадке, не должны подвергаться опасности вследствие разлета обломков взрывааемых пород.

Здания и сооружения должны быть расположены за пределами сейсмически опасной зоны.

Поскольку радиус опасной по разлету обломков взрывааемой породы зоны применяется в пределах 200—400 м, а нормальные радиусы сейсмически безопасных зон в большинстве случаев менее 400 м, создается впечатление, что отнесение промышленной площадки за пределы опасной по поражению зоны обеспечивает и сейсмическую безопасность зданий и сооружений. Практические наблюдения показали, что вследствие многократной повторяемости взрывов в зданиях и сооружениях, расположенных вне пределов радиуса сейсмически опасной зоны, часто наблюдаются много численные признаки разрушительного воздействия взрывов в виде образования трещин в стенах, раскрытия швов в перекрытиях, полах, перегородках и др.

Эти явления, часто незаметные при первых взрывах, проявляются при повторении и усилении последних и могут быть ясно выражены при дальнейшем продолжении и развитии взрывных работ. При осуществлении в подобных случаях комплекса мероприятий для защиты зданий и сооружений от действия

сейсмических колебаний силой примерно в семь баллов разрушительное воздействие взрывов обычно не проявляется.

Распространение сейсмических явлений при систематически повторяющихся взрывах за пределы радиуса сейсмически опасной зоны (определенного при одиночных взрывах) объясняется следующим.

По данным практики взрывных работ при систематически повторяющихся взрывах скорости колебаний сооружений следует уменьшать до 2–3 см/с. В отдельных случаях, при небольших сроках эксплуатации и возможности допущения появления незначительных трещин и осыпания штукатурки, значения скорости колебаний могут составлять 4 – 6 см/с.

Согласно исследованиям М. А. Садовского, уменьшение скоростей колебаний до 4–6 см/с обеспечивается удалением зданий от места производства взрыва приблизительно в 1,4–2 раза в сравнении с определенными по формуле радиусами сейсмически опасных зон (r_c). Дальнейшее уменьшение скоростей колебаний до 2–3 см/с достигается увеличением расстояний в 2–4 раза.

Увеличение расстояния между промышленной площадкой или отдельно стоящим зданием и местом производства систематически повторяющихся взрывных работ до утроенного радиуса сейсмически опасной зоны, полученной по формуле для одиночного взрыва, является достаточной гарантией сейсмической надежности зданий и сооружений. Если по каким-либо соображениям отнесение промышленной площадки за пределы, очерченные утроенным радиусом сейсмически опасной зоны, невозможно или нецелесообразно, рекомендуется при проектировании и строительстве сооружений осуществлять комплекс антисейсмических мероприятий, принимаемых для районов с сейсмичностью в семь баллов. В этом случае сейсмическая безопасность зданий будет также обеспечена.

Если сооружения размещены в пределах удвоенного радиуса сейсмически опасной зоны, комплекс антисейсмических мероприятий должен быть выполнен особенно внимательно, а все несущие конструкции сооружений рассчитываются на сейсмические нагрузки.

В исключительных случаях, когда отдельные здания и сооружения приходится размещать в пределах сейсмически опасной зоны (по расчету для одиночных взрывов), предусматривается осуществление мероприятий, соответствующих сейсмичности в восемь и более баллов.

3.3.3. Охрана сооружений на подрабатываемых участках

В результате выемки полезного ископаемого земная поверхность деформируется. При разработке мощных, особенно крутопадающих, залежей полезных ископаемых системами с обрушением на поверхности образуются провалы, воронки, трещины и др. (рис. 3.6, а, б).

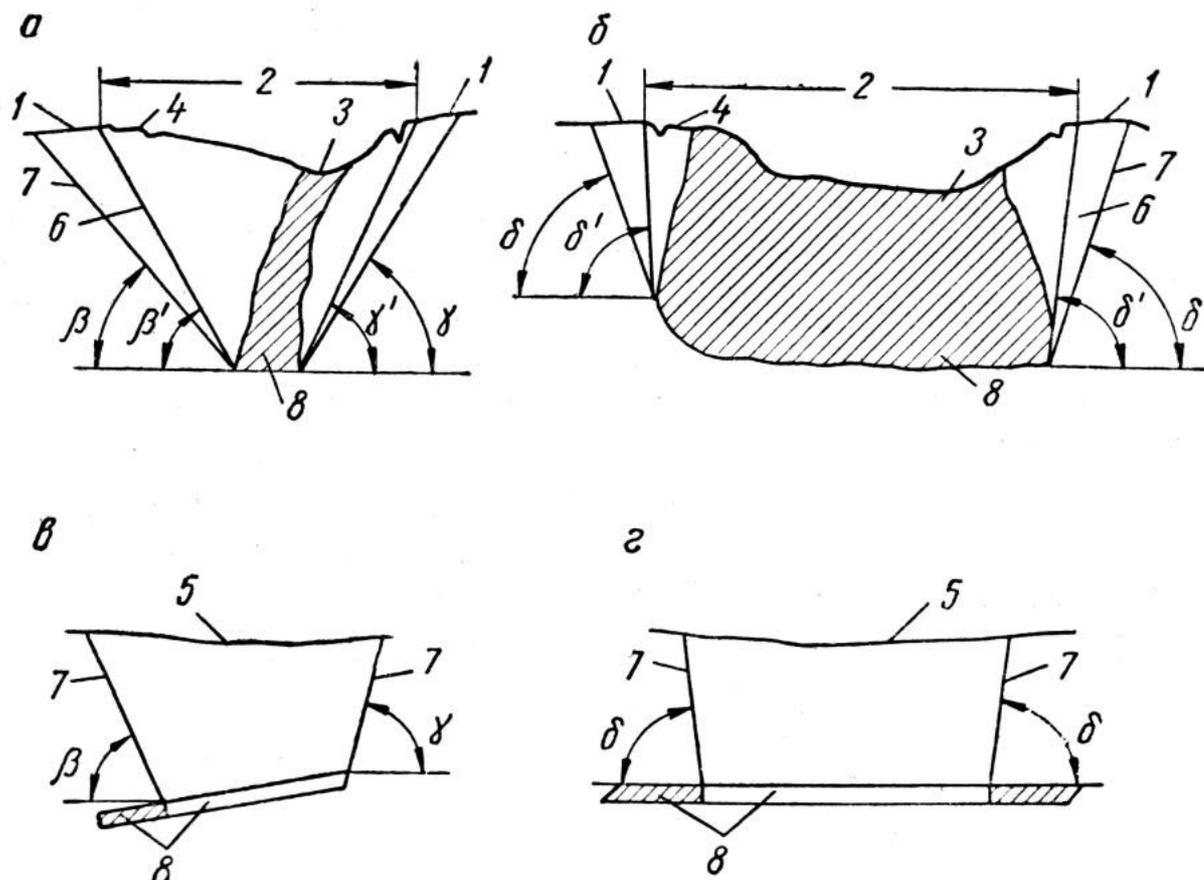


Рис. 3.6. Зоны обрушения и сдвижения поверхности: *а*—разрез вкрест простирания рудного месторождения; *б*—то же, по простиранию; *в* — разрез вкрест простирания пластового месторождения; *г*—то же, по простиранию; 1 — зона сдвижения; 2 — зона обрушения; 3 — провалы, воронки; 4 — трещины; 5 — мульда сдвижения; 6 — поверхность обрушения; 7 — поверхность сдвижения; 8 — полезное ископаемое

При разработке пологопадающих пластов полезного ископаемого, имеющих небольшую мощность, а также при достаточно глубоком залегании пластов образуются *мульды сдвижения* (рис. 3.6, *в, г*). Земная поверхность в пределах мульды искривляется, подвергается вертикальным осадкам, горизонтальным деформациям.

Границы зон и мульд сдвижения устанавливаются правилами охраны сооружений. Для рудных месторождений при коэффициенте крепости коренных пород всяческого бока по шкале М. М. Протодьяконова в пределах от 1 (глины) до 4 (песчаник некрепкий) значения угла β (рис. 3.6, *а, б*) принимаются равными 45° , угла δ — 75° , угол γ часто соответствует углу падения подстилающих пород лежащего бока.

Для довольно крепких пород всяческого бока ($f > 5 - 6$) — песчанистых сланцев, песчаников железных руд — угол β' принимается равным $45 - 55^\circ$, а при ограниченной длине залежи по простиранию на верхних горизонтах (70 — 350 м) $60 - 70^\circ$, угол $\delta' = 85^\circ$, а угол γ' также соответствует углу падения подстилающих пород лежащего бока. Углы обрушения и сдвижения в наносах и в известняках принимаются равными 50° . Пользуясь указанными углами и руководствуясь

другими маркшейдерскими данными, определяют границы зон сдвижения и обрушения и производят построение предохранительных (охранных) целиков, в пределах которых разработка месторождений не производится. Охранные целики строятся так, чтобы здания и сооружения, подлежащие охране, не могли попасть в зону обрушения. Вследствие недостаточной изученности физико-механических свойств горных пород, влияющих на величину углов сдвижения, при построении целиков принимают некоторый запас и целики строят не по контуру промышленной площадки, а с некоторым отступлением от него на ширину предохранительной бермы, равную расстоянию от здания или сооружения до границы зоны сдвижения. Ширина предохранительной бермы для стволов шахт, копров, надшахтных зданий и зданий подъёма должны быть не менее 20 м, а для небольших вспомогательных зданий – 10 м.

Данные, необходимые для построения целиков, принимаются по правилам охраны зданий и сооружений, разработанным для всех горнорудных и угольных бассейнов с учетом местных горно-геологических условий. Многочисленными наблюдениями за сдвижением поверхности, произведенными при разработке сравнительно глубоко залегающих пластов небольшой мощности в угольных бассейнах, установлены (рис. 3.6, в, г) следующие углы сдвижения. В наносах углы β , γ , δ (при отсутствии обводненности и пlyingунов) равны в среднем 50° (изменяются от 45 до 60°). В зависимости от физико-механических свойств пород углы сдвижения в коренных породах составляют $55 - 85^\circ$ при падении пластов $0 - 5^\circ$; при угле падения пластов 30° углы δ колеблются в тех же пределах, углы β — от 50 до 70° , а углы γ имеют значения от 70 до 90° .

При отсутствии закладки выработанного пространства величина осадки поверхности составляет $40 - 60\%$ от мощности пласта.

Следует отметить, что на величину осадки оказывает влияние большое количество различных факторов, главными из которых являются: мощность залежи полезного ископаемого, глубина ее залегания, угол падения, свойства пород, применяемые системы разработки и пр.

Подработка зданий и сооружений обычно приводит если не к полному разрушению их, то, во всяком случае, к значительным деформациям. Например, подработанное одноэтажное каменное здание длиной 35 м при осадке поверхности $0,2 - 1,4$ м получило очень серьезные повреждения: в продольных стенах возник ряд трещин с наибольшим раскрытием швов в верхней части до 600 мм.

Важнейшие конструктивные мероприятия по защите сооружений, установленные в соответствии с имеющимся в настоящее время опытом подработки жилых и отчасти производственных зданий, сводятся к следующему.

Здания и сооружения должны быть разделены по длине на отдельные блоки деформационными швами шириной 60 мм. Расстояние между швами устанавливается на основании расчетов и для одноэтажных зданий с кирпичными стенами в ряде случаев назначается в пределах $15 - 25$ м, а для каркасных зданий и сооружений до 40 м; расстояние между швами может быть увеличено с увеличением жесткости стен в их плоскости, с увеличением несущей способности грунтов и с уменьшением нагрузок и веса конструкций.

В пределах между швами основные несущие конструкции блоков должны быть выполнены в виде пространственно жестких коробок, жестких каркасов с диафрагмами и пр.

Единого метода расчета конструкций подрабатываемых зданий и сооружений пока не существует. Одно из наиболее простых изложений данного вопроса приведено ниже.

Подрабатываемые сооружения рассматриваются как балки на двух опорах или как консольные балки. Если рассмотреть этот случай, то силовые воздействия при подработке сооружений сводятся к следующему.

При осадке поверхности на участке $1-2$ длины сооружения среднее давление в плоскости основания, составлявшее до осадки величину σ_0 в пределах этого участка, практически снижается до нуля (рис. 3.7).

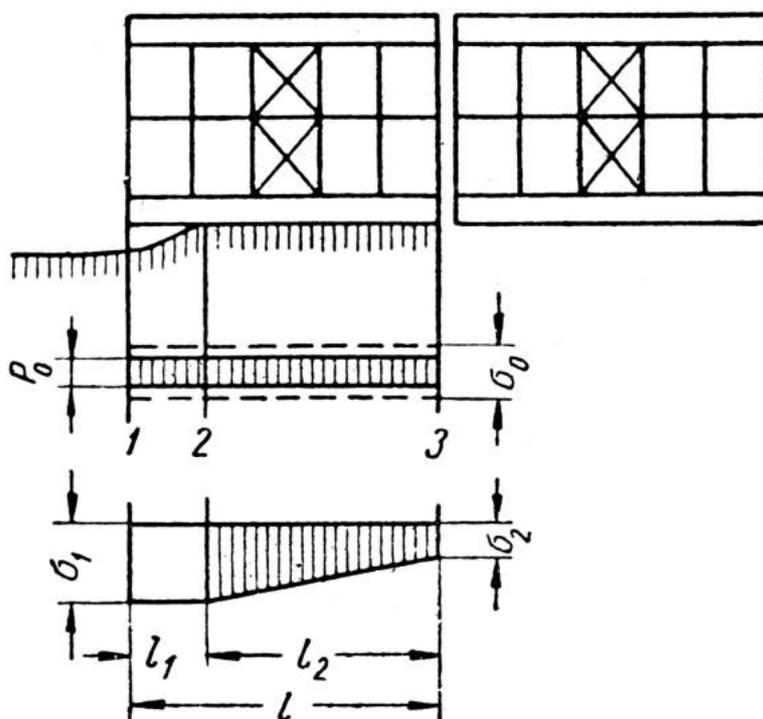


Рис. 3.7. Давление в основании подрабатываемого сооружения

Одновременно величина средних давлений в плоскости основания на участке $2-3$ существенно изменяется и достигает в точке 2 максимального значения σ_1 отвечающего пределу, за которым следует прорезание грунта под подошвой фундамента и некоторый наклон сооружения. Последнее соответствует уменьшению консоли l_1 и величины давления в точке 2 .

Задаваясь значением максимального давления σ_1 находят величину консоли l_1 и наибольшее значение изгибающего момента M_2 исходя из величины которого можно судить о жесткости и прочности сооружения и допустимой длине блока l . Если величина M_2 чрезмерно велика, следует увеличить число деформационных швов, сократив тем самым длину блока l , консоль l_1 и соответственно величину изгибающего момента. При расчетах следует учитывать предельные величины консольных свесов фундаментов l_1 при подработке зданий, которые по данным практики достигают $15-20\%$ от длины блока.

При расчете каркасных систем сооружений и зданий наиболее целесообразно

рассматривать непосредственно деформации систем, возникающие вследствие влияния горизонтальных деформаций поверхности при подработке и отдельно при влиянии неравномерных осадок основания (кривизны поверхности при подработке).

Горизонтальные деформации сжатия или растяжения основания сооружения соответствуют перемещению опор стоек каркаса на величину r , равную произведению $0,8 \varepsilon l_{\text{цт}}$. Здесь ε – относительные горизонтальные деформации сжатия или растяжения; $l_{\text{цт}}$ – расстояния от центра тяжести системы до стойки; $0,8$ – коэффициент, учитывающий снижение интенсивности ε . Для рамы с пролетом L (рис. 3.8) $l_{\text{цт}} = 0,5 L$.

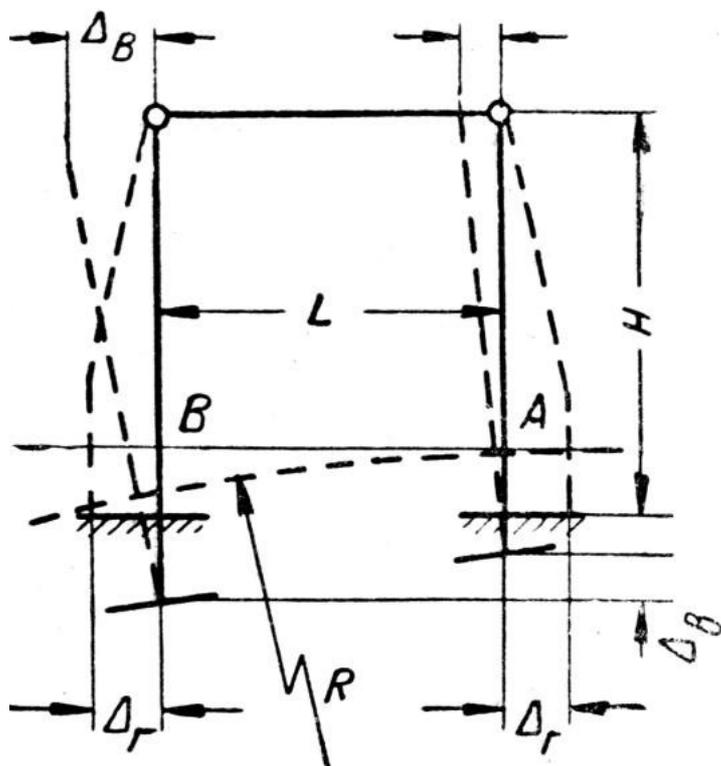


Рис. 3.8. Схема к расчету деформаций каркаса здания

Кривизна поверхности при подработке ведет к повороту свободно стоящих стоек с горизонтальными перемещениями их вершин (при отсутствии ригеля рамы) на величины A и B .

Разность перемещений вершин стоек

$$\Pi = B - A = LH/R,$$

где R – радиус кривизны поверхности при подработке.

Вычисленные перемещения позволяют непосредственно определить усилия, возникающие при подработке в стержнях и узлах каркасных сооружений различных систем.

Сохранность и эксплуатационные качества зданий и сооружений, попадающих в зону подработки, обеспечиваются следующим комплексом мероприятий:

- наиболее целесообразным размещением зданий и сооружений относительно мульды сдвижения;
- выбором систем разработки, обеспечивающих минимальные деформации

земной поверхности;

– применением специальных конструктивных и строительных мероприятий.

Считается целесообразным ориентировать сетку улиц по простиранию, напорные трубопроводы рекомендуется трассировать вкрест простирания пластов, а самотечные – по простиранию.

Из второй группы мероприятий наиболее радикальным является разработка месторождений с *закладкой выработанного пространства*, однако применение закладки должно быть обосновано экономически. Для охраны площадей под сооружениями оставляют *охранные целики*, однако это связано с консервированием запасов полезного ископаемого в целиках.

Более широкие возможности строительства на подрабатываемых площадях создает применение специальных планировочных и конструктивных решений, рассчитанных на неравномерную осадку и на восприятие дополнительных усилий, возникающих при этом.

Одним из средств уменьшения опасных напряжений при неравномерной осадке является разделение зданий и сооружений на части деформационными швами, которые должны разделять смежные отсеки зданий по всей высоте, включая фундаменты и кровлю.

Производственные многоэтажные здания рекомендуется проектировать с жесткой конструктивной схемой, для одноэтажных каркасных зданий можно применять податливую схему.

Если здание проектируется по податливой схеме, то следует понизить жесткость на изгиб и сдвиг в вертикальной плоскости путем:

- применения пластифицированных растворов для кладки стен;
- устройства зазоров над перегородками и дверными проемами;
- отделения фундамента от вышележащей конструкции швом скольжения и

т. п.

Глава 4. ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ

4.1. Здания производственного назначения

4.1.2. Обоганительные фабрики

Обоганительные фабрики – это промышленные предприятия, предназначенные для обработки полезных ископаемых с целью выделения из них товарной продукции с повышенным содержанием полезных минералов, а также с целью доведения до нужной кондиции по крупности и содержанию вредных примесей. Индивидуальная (ОФ) или групповая (ГОФ) *углеобоганительные фабрики*, предназначенные для обогащения углей одной или группы шахт, располагаются обычно на промышленной площадке этой шахты или самой мощной из данной группы шахт, которые она обслуживает, и входят в состав ее наземного комплекса. В том случае, когда фабрика не связана территориально ни с одной из обслуживаемых шахт, она называется центральной (ЦОФ). При выборе места

расположения углеобогадательной фабрики определяющими являются минимальные транспортные расходы на доставку рядовых углей сгорных предприятий готовой продукции потребителю. Немаловажными являются также условия размещения отвалов, хвостохранилищ и другие факторы, обусловливаемые требованиями охраны природы. В настоящее время ориентируются на строительство крупных углеобогадательных фабрик – до нескольких млн. т/год, что обеспечивает более высокие технико-экономические показатели по сравнению с действующими фабриками меньшей мощности. Фабрики проектируются, как правило, двухсекционными с производительностью каждой секции 600 – 1000 т/ч. Технологический процесс обогащения углей весьма сложен, состоит из многих операций и в значительной степени зависит от последующего назначения углей и требуемой глубины обогащения. В этой связи различают углеобогадательные фабрики для коксующихся углей, предел обогащения которых составляет 0 – 5 мм по крупности, и для энергетических углей, которые обогащают классы угля по крупности 6 – 13 и 13 – 25 мм. Принципиальная технологическая схема обогащения углей выглядит следующим образом. Первым этапом является грохочение угля для отделения мелких фракций и сокращения количества материала, поступающего на второй этап – дробление. Дроблению подвергается небольшая масса уг- 108 ля, имеющая крупность более 300 (200) мм. Далее производится мокрое грохочение угля для его классификации по крупности, поскольку схемы последующего обогащения различны для углей крупностью 300 (200) – 13 мм и 13 – 0 мм. Крупный класс угля поступает на обогащение в суспензионные сепараторы, а мелкий – на отсадочные машины. Оба метода обогащения являются гравитационными. Обогащение в суспензиях производится в сепараторах с поступательным или вращательным движением суспензии, при котором происходит разделение на куски породы и угля в силу их разного удельного веса. Этот процесс обогащения является наиболее эффективным, особенно для каменных углей крупных классов, и завершается отмывкой суспензии, после чего готовый концентрат, отделенный от хвостов, классифицируется с помощью грохотов на классы по крупности 100 – 50, 50 – 25 и 25 – 13 мм. Гидравлическую отсадку применяют обычно для коксующихся углей крупностью до 13 мм или при небольшом количестве крупных классов (без их сепарации). Этот способ обогащения основан на разделении породы и угля по удельному весу при их движении в пульсирующей струе воды. Пульсация, при которой происходит расслоение составляющих, создается колеблющимися решетками отсадочной машины. Поскольку нижний предел обогащения таким методом 0,3 – 0,5 мм, концентрат крупностью более 0,5 мм обезвоживается в фильтрующих центрифугах, а шламы (только коксующихся углей) после сгущения в цилиндрических или радиальных сгустителях поступают на вторичное обогащение с помощью флотации. Флотационный процесс получил широкое применение при обогащении коксующихся углей, особенно в связи с механизацией горных работ и увеличением количества мелочи в рядовых углях (до 20 – 30%). В его основе лежит различие в смачиваемости угля и породы. Процесс осуществляется в перемешиваемой флотационной пульпе – смеси воды и минералов, в которую

вводят специальные пенообразователи – флотационные реагенты и пузырьки воздуха. Частицы угля, плохо смачиваемые водой (гидрофобные), прилипают к ним и всплывают на поверхность, откуда слой минерализованной пены – концентрата удаляется самотеком или скребками. Пустая гидрофильная порода, оставшись в пульпе, образует отходы – так называемые хвосты. Флотация является наиболее универсальным методом обогащения, дающим весьма высокое извлечение ценных минералов в концентрат. Процесс обогащения завершается обезвоживанием концентратов с помощью осадительных центрифуг или вакуумфильтров и термической сушкой в барабанных газовых сушилках. Флотационные хвосты подвергаются сгущению в цилиндрических сгустителях, а затем перекачиваются в хвостохранилища. Таковы вкратце основные схемы обогащения углей на обогатительных фабриках. Современная углеобогатительная фабрика (ОФ) включает значительное число производственных и вспомогательных цехов и служб. В общем случае состав зданий и сооружений ОФ следующий: дробильно-сортировочное отделение; главный корпус; сушильный корпус; фильтр – прессовое отделение; погрузочно-складской комплекс; вспомогательные здания и сооружения. *Дробильно-сортировочное отделение ОФ* (рис. 4.1), в котором осуществляется выборка посторонних предметов и негабаритных кусков породы из горной массы, ее грохочение и дробление, размещается в отдельном здании. Основное технологическое оборудование здания обеспечивает прием и обработку выдаваемой горной массы предприятий производственной мощностью до 1,8 млн т/год.

Здание однопролетное трехэтажное с высотой этажей 3,6 и 9,6 м. Основными несущими конструкциями здания являются металлические колонны, располагаемые с шагом 6 м и опирающиеся на монолитные железобетонные фундаменты. Несущие конструкции покрытия – металлические балки, перекрытия – монолитная железобетонная плита. Стены возводятся из стеновых трехслойных панелей с обшивками из стальных профилированных листов. Перегородки – стальные трехслойные с обшивкой из стальных профилированных листов. Здание оборудовано ручным мостовым двухбалочным краном грузоподъемностью 12,5 т. *В главном корпусе ОФ* размещается оборудование для основных процессов обогащения, отличительной особенностью которых является многоярусное расположение оборудования для перемещения горной массы от аппарата к аппарату в основном самотеком под действием сил тяжести. Вертикальный характер технологического процесса обуславливает наличие четырех основных типов объемно-планировочных решений главных корпусов ОФ: многоэтажные каркасные здания, зально-многоэтажные каркасные здания, здания павильонного типа, здания антресольно-павильонного типа.

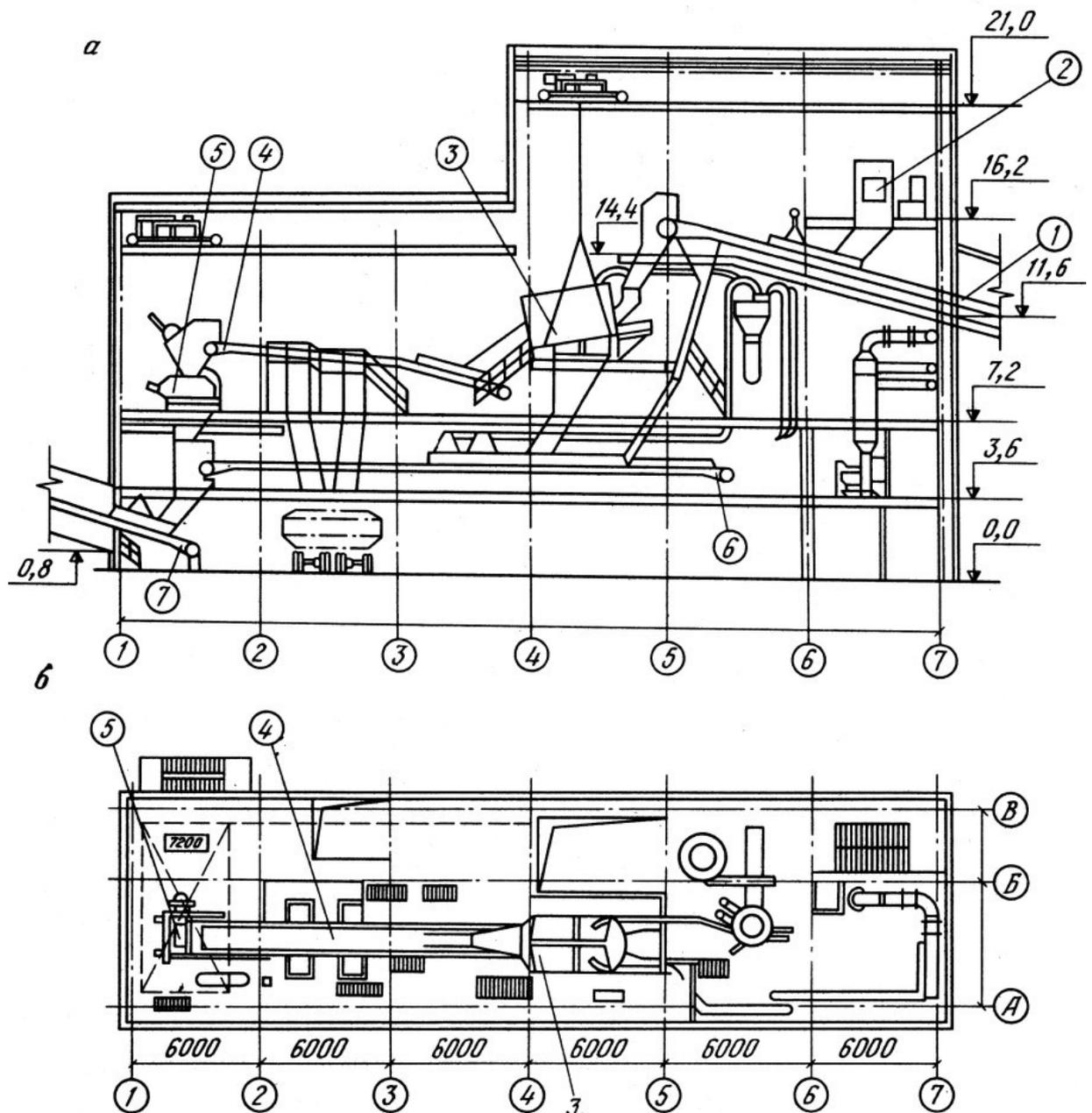


Рис. 4.1. Унифицированное проектное решение дробильно-сортировочного отделения обогатительной фабрики (ОФ): 1, 2, 4, 6, 7 – ленточные конвейеры с шириной ленты 1200 мм; 3 – грохот цилиндрический ГЦЛЗ – 1; 5 – дробилка ДДЗ6

Многоэтажные каркасные здания ввиду небольшой сетки колонн и сложности монтажа и демонтажа технологического оборудования, требующего частого ремонта, не обеспечивают рациональной планировки. Зально-многоэтажные каркасные здания получили более широкое распространение. Укрупненная сетка колонн на верхних этажах позволяет расположить машинные залы, оборудованные мостовыми кранами, что улучшает обслуживание основных агрегатов и условия труда. Стремление повысить приспособляемость зданий к изменениям технологического процесса привело к применению главных корпусов павильонного типа – многопролетных одноэтажных зданий большой высоты и с большими пролетами. Оборудование в таких зданиях размещается на перекрытиях

многоэтажных встроенных сборных этажерок, конструктивно не связанных с основным несущим каркасом зданий. К сожалению, совершенствование компоновочных решений в этом направлении не сопровождалось совершенствованием решений конструктивных. Большая высота зданий потребовала применения железобетонных двухветвевых колонн большого веса и размера поперечного сечения. Использование для встроенных этажерок типовых сборных железобетонных конструкций многоэтажных промышленных зданий не привело к инвентарному, сборно-разборному характеру этажерок. Дальнейшее совершенствование объемно-планировочных решений главных корпусов связано с созданием антресольно-павильонного типа, в котором дорогостоящие двухветвевые колонны по всему периметру главного корпуса заменены однопролетными многоярусными рамами, позволяющими устраивать на них антресольные этажи для вспомогательных помещений и оборудования, не нуждающегося в обслуживании мостовым краном. В конструктивном отношении главные корпуса ОФ аналогичны многоэтажным промышленным зданиям межотраслевого применения. В поперечном направлении зально-многоэтажные и антресольно-павильонные здания, а также встроенные этажерки павильонных зданий имеют основные несущие конструкции в виде жестких рам из стали или сборного железобетона. В продольном направлении эти рамы связаны дисками перекрытий из железобетонного настила. На рис. 4.2 показан продольный разрез здания главного корпуса ОФ, а на рис. 4.3 – поперечные разрезы. Блок – секция включает помещения для технологического оборудования, цилиндрических стуситителей, складов магнетита и коагулянта, электроподстанций, электропунктов и вентиляционных камер. Для монтажа и демонтажа оборудования установлены два мостовых электрических крана грузоподъемностью 20/5 т.

По своему объемно-планировочному решению блок-секция представляет зально-многоэтажное здание, имеющее три этажа. Высота основных этажей принята: первого и второго этажей по 6м; третьего этажа – 19,8м. Шаг колонн: крайних – 6х6м; средних 12х6м. Фундаменты в зависимости от условий строительства принимаются: свайные со сборными или монолитными ростверками; сборные железобетонные столбчатого типа; унифицированные монолитные железобетонные столбчатого типа; монолитные железобетонные ленточные; монолитные железобетонные в виде плиты. Каркас здания – стальной с использованием профилей из углеродистой стали ВСтЗКп2. Покрытие выполняется в следующих вариантах: из сборных железобетонных крупноразмерных плит; из металлических кровельных панелей с эффективным утеплителем; из стального профилированного настила с эффективным утеплителем послойной сборки. Перекрытия – сборные железобетонные плоские плиты, которые в местах установки тяжелого технологического оборудования, создающего динамические нагрузки, и прохода коммуникаций заменяются монолитной железобетонной плитой по стальным балкам. Стеновое ограждение проектируется в следующих вариантах: сборные легкобетонные панели; трехслойные металлические панели типа «сэндвич»; металлические стены послойной сборки с эффективным утеплителем. Внутренние перегородки

выполняют из сборного железобетона. Унифицированные блок–секции позволяют проектировать главные корпуса ОФ для различных углей производственной мощностью от 3 до 24 млн т/год с вводом в эксплуатацию по секциям. При этом стоимость 1м³ здания уменьшается с увеличением числа блок–секций.

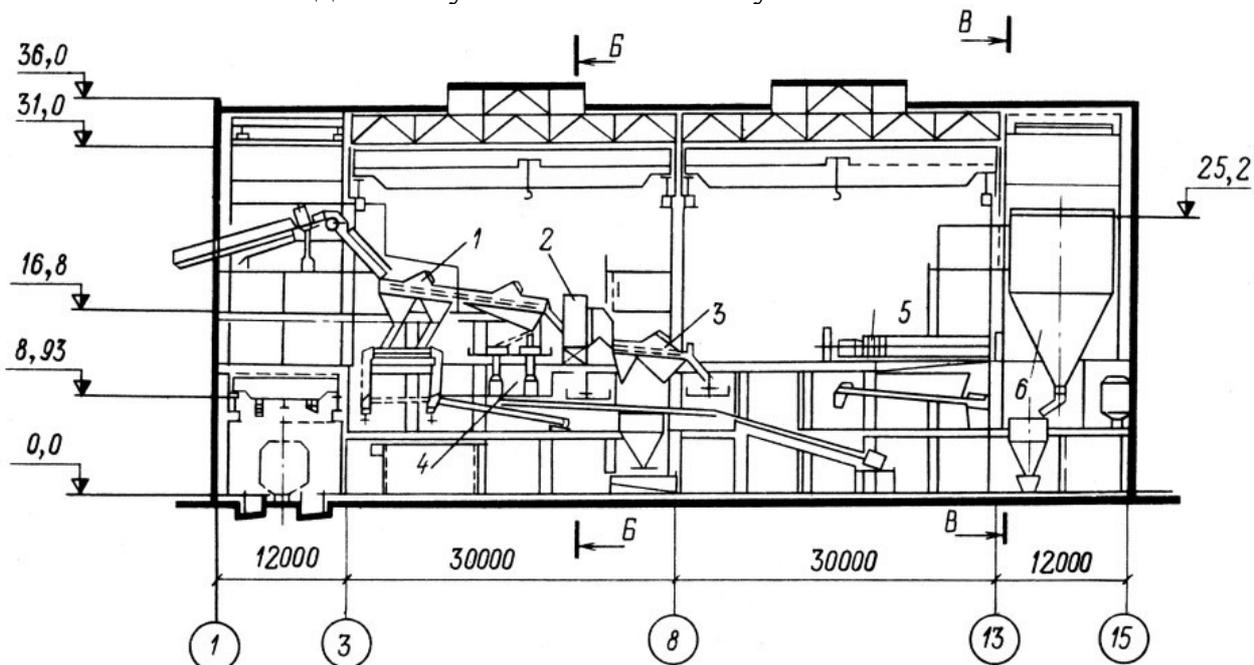


Рис. 4.2. Продольный разрез главного корпуса ОФ из унифицированной блок–секции: 1 – грохот ГИСЛ-82 (4шт.); 2 – сепаратор СКВ-32 (2шт.); 3 – грохот ГИСЛ-72 (4шт.); 4 – центрифуга ФВШ-950 (4 шт.); 5 – фильтр-пресс площадью 600 м² (4 шт.); 6 – сгустительный конус С-10 (2 шт.)

После главных корпусов наиболее крупными объектами ОФ являются *сушильные корпуса ОФ*, в которых размещается оборудование для термической обработки концентрата после процессов мокрого обогащения с помощью различного типа сушилок, из которых наиболее распространены барабанные газовые (рис. 4.4). В этом случае в состав сушильного агрегата входят бункеры для сушимого материала и топлива, топка, сушильный барабан, дутьевой вентилятор и дымосос, а также оборудование для газоочистки (мультициклоны и мокрые пылеуловители) и удаления шламов. Кроме барабанных сушилок, применяют сушильные аппараты кипящего слоя. Сушильные корпуса ОФ обычно компонуются из трех многоэтажных блоков, в которых располагаются топочное отделение (топочный агрегат с системой шлакозолоудаления и галереями подачи концентрата и топлива), далее сушильное отделение и отделение разгрузочных камер и системы газоочистки. Применение сушильных агрегатов кипящего слоя сокращает строительный объем здания. *Фильтр – прессовое отделение ОФ* целесообразно размещать в отдельном здании. По объемно – планировочным решениям здания фильтрпрессовых отделений относятся к зально–многоэтажному типу. На рис. 4.5 показан вертикальный разрез фильтр – прессового отделения. В здании размещены помещения для технологического оборудования, электроподстанция (1), сборник отходов флотации (3), склад коагулянта (2), операторная (4), компрессорная и др. Основные строительные конструкции решены следующим образом. Фундаменты применяются в зависимости от местных

условий: свайные со сборными или монолитными ростверками; сборные железобетонные столбчатого типа; унифицированные монолитные железобетонные столбчатого типа. Основные элементы каркаса – колонны, балки, фермы – стальные; покрытие выполняется из сборных железобетонных комплексных плит по стальным балкам, фермам.

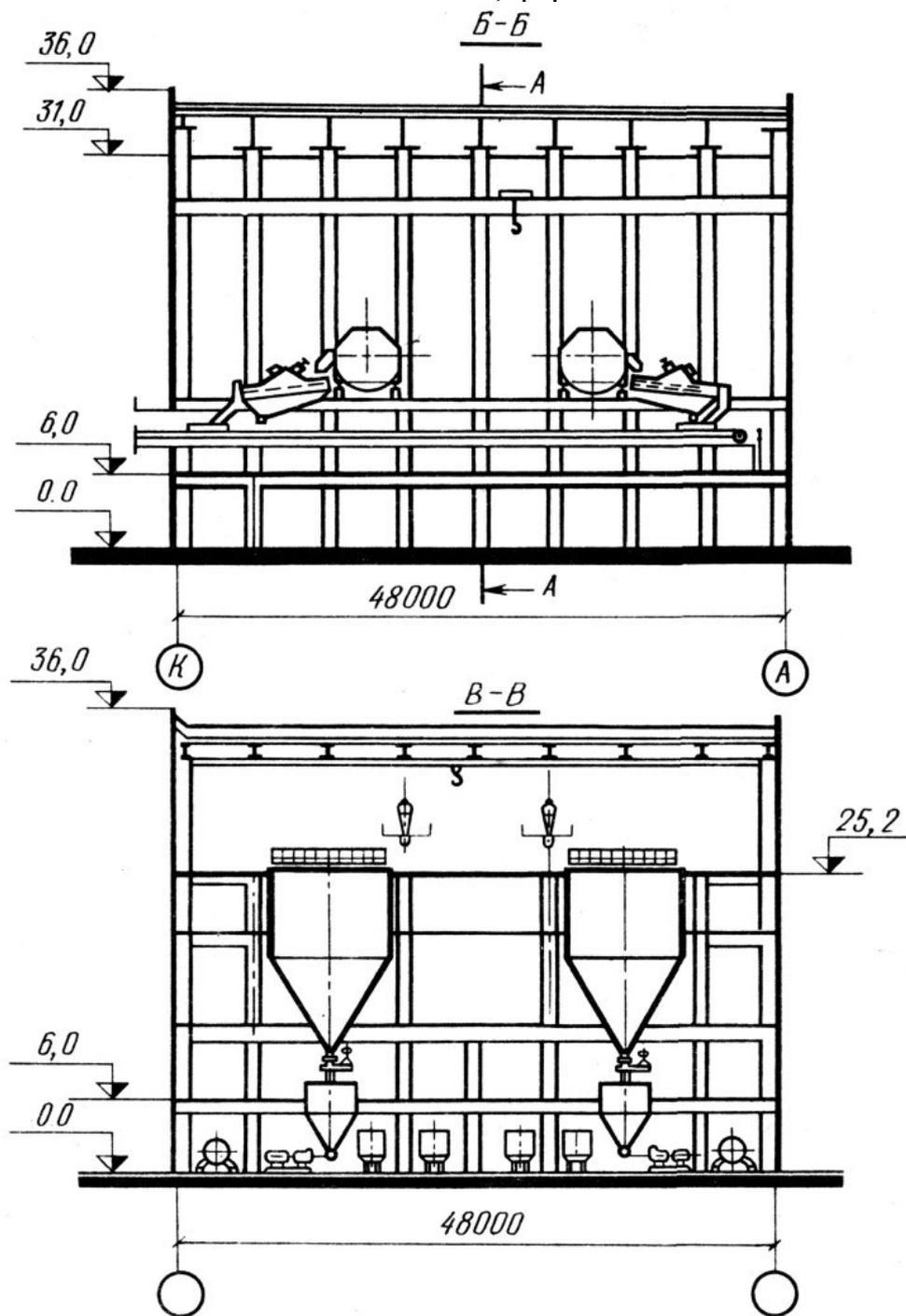


Рис. 4.3. Поперечные разрезы главного корпуса ОФ из унифицированной блок-секции

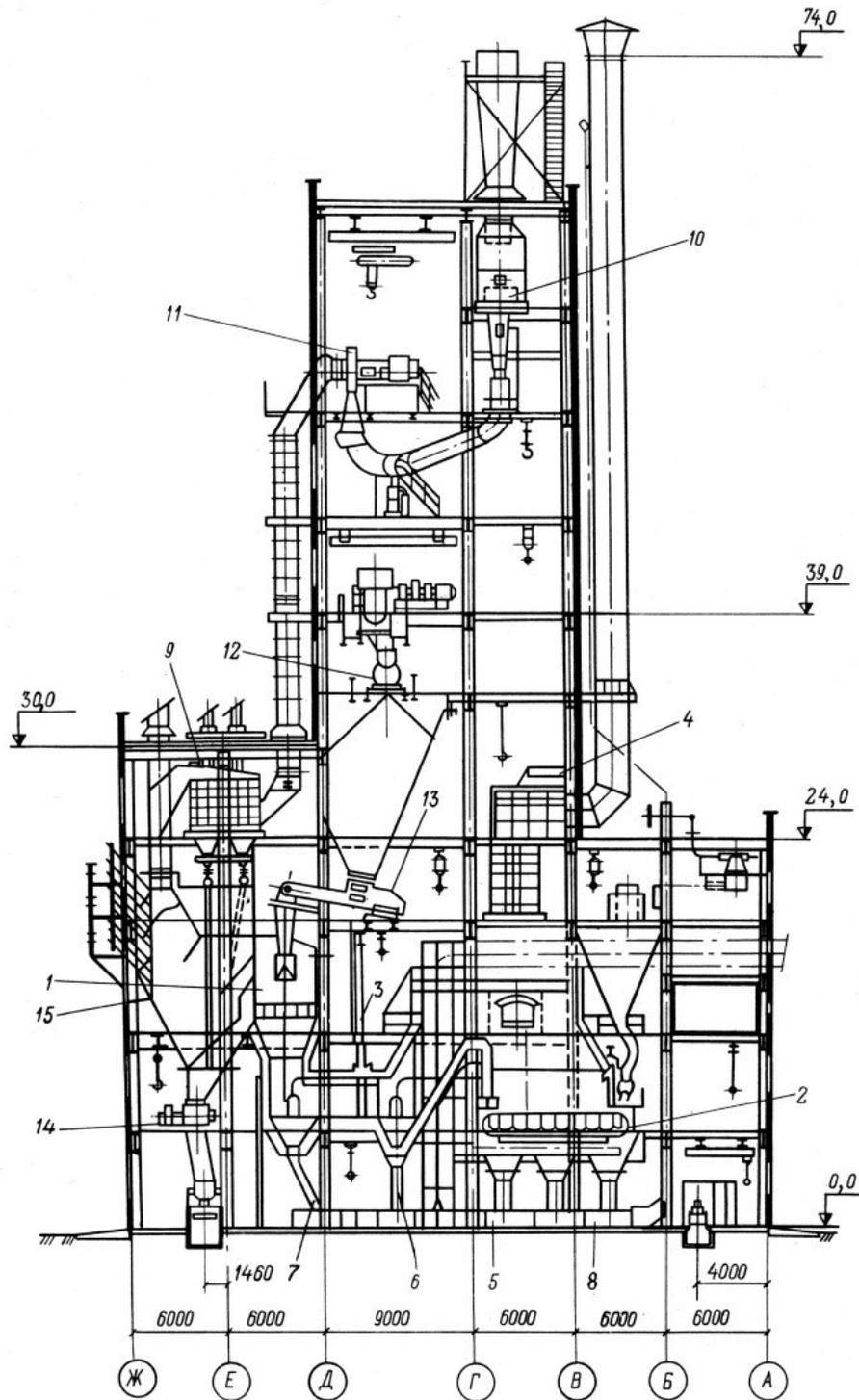


Рис. 4.4. Вертикальный разрез сушильного корпуса ОФ: 1 – сушильный аппарат кипящего слоя с площадью решетки 12 м²; 2 – топка с чешуйчатой цепной решеткой обратного хода ТЧЗМ2, 7–8,0; 3 – шибер сушильного аппарата с приводом ПЧ–2У; 4 – шибер растопочной трубы с приводом ПЧ–2У; 5 – вентилятор первичного дутья ВДН–15; 6 – вентилятор вторичного дутья ВДН–15; 7 – вентилятор острого дутья ВВД–8; 8 – агрегат для гашения и транспортировки шлака АГТШ; 9 – пылеуловитель батарейный циклонный ПБЦ–100; 10 – аппарат мокрого пылеулавливания М ПР–100; 11 – дымосос (вентилятор мельничный) ВМ–20А; 12 – конвейер подвижной распределительный для концентрата; 13 – питатель скребковый ПСБ–35; 14 – питатель скребковый герметизирующий ПСГ–

300; 15 – разгрузочная камера

Перекрытия – из плоских сборных железобетонных плит по стальным балкам, в местах установки тяжелого оборудования и прохода трубопроводов и кабелей – из монолитного железобетона. Стеновое ограждение при высокой влажности помещений (до 60%) принимается из сборных керамзитовых панелей серийного производства; стены также могут выполняться из профилированных листов послойной сборки. Перегородки возводят из сборного железобетона.

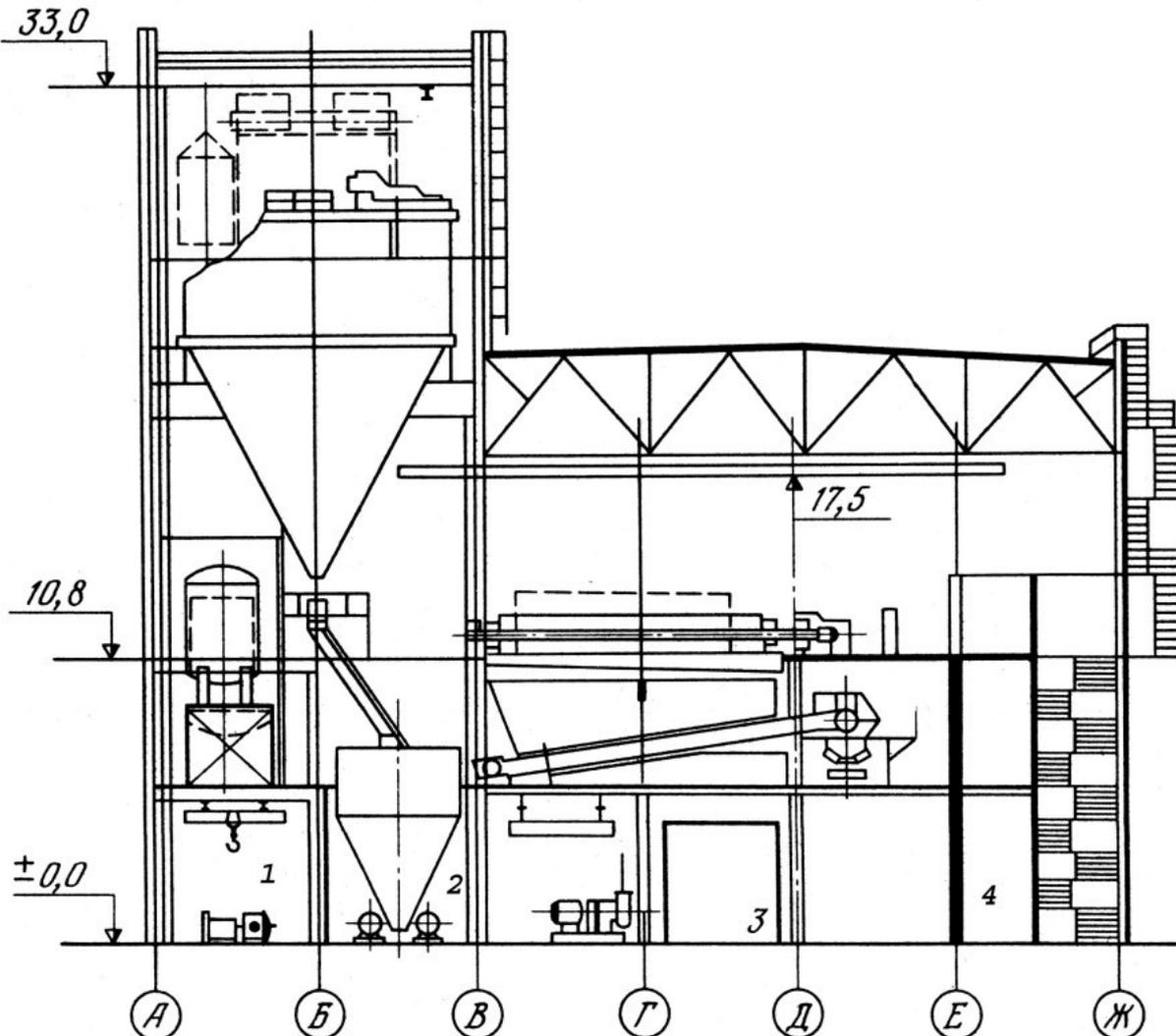


Рис. 4.5. Разрез фильтр – прессового отделения ОФ 1 – электроподстанция; 2 – склад коагулянта; 3 – сборник отходов флотации; 4 – операторная

Центральная углеобогатительная фабрика (ЦОФ) располагается на обособленной промплощадке и ее технологический комплекс включает две группы зданий или цехов: производственные и вспомогательные. В первую группу входят сооружения по приему угля, его подготовке (дробильно-сортировочный цех), обогатительные цехи, сооружения шламового хозяйства, погрузочно-складской комплекс и сооружения породных отвалов. Во вторую группу входят ремонтно-механические мастерские, АБК и др.

Углеприемные сооружения представляют собой, как правило, подземные бункеры, приспособленные для разгрузки в них железнодорожных вагонов. Дробильно-сортировочные операции и различные операции обогащения

осуществляются в многоэтажных зданиях, строительный объем которых достигает значительной величины-до 100 тыс м³ и более. Сооружения шламового хозяйства состоят из отстойников-сгустителей. Технология обогащения *железных руд* в корне отличается от технологии углеобогажительных фабрик, это накладывает отпечаток на здания и сооружения в части планировки, строительных объемов, конструкций. Обогажительные фабрики, входящие в состав горно-обогажительных комбинатов (*ГОКов*), получают руду, как правило, из карьеров с максимальной крупностью куска до 1200 мм, коэффициент крепости руды доходит до 20. По условиям измельчение руды должно быть доведено до очень мелкой фракции – 0,074 мм. Для получения такого материала применяется многоступенчатая система дробления, грохочения и измельчения. Учитывая значительную производственную мощность ГОКов (15 – 20 млн т/год), фабрики строятся многосекционными и отличаются большими строительными объемами. Комплекс зданий и сооружений собственно обогажительной фабрики обычно состоит из следующих основных звеньев: отделения приема руды; корпуса крупного дробления руды; дозирочно-аккумулирующих бункеров; корпусов среднего и мелкого дробления, измельчения, обогащения, обезвоживания, сушки; складов продукции. Объемно-планировочные решения зданий и сооружений отличаются от таковых для углеобогажительных фабрик. Так, например, цех крупного дробления размещается в основном в подземном сооружении – колодце диаметром 20–40 м и глубиной 30–40 м. Наземная часть цеха представляет собой одноэтажное здание, оборудованное мостовым краном. Цех мелкого и среднего дробления размещается, как правило, в здании павильонного типа. Обогащение руды осуществляется в главном корпусе, который относится к наиболее крупным и более сложным по планировке строительным объектам. Для примера (рис. 4.6) приведен поперечный разрез главного корпуса обогажительной фабрики магнетитовых кварцитов. При ширине 78,5 м здание включает три пролета: один для бункеров, второй – для размещения мельниц, третий – для оборудования магнитной сепарации и фильтрации. Конструктивное решение здания основано на широком использовании стальных конструкций, а также сборного и монолитного железобетона. Фабрики окомкования руд представляют собой крупный комплекс цехов и отделений, объединенных в единый блок, что обусловлено сложностью технологического процесса получения окатышей.

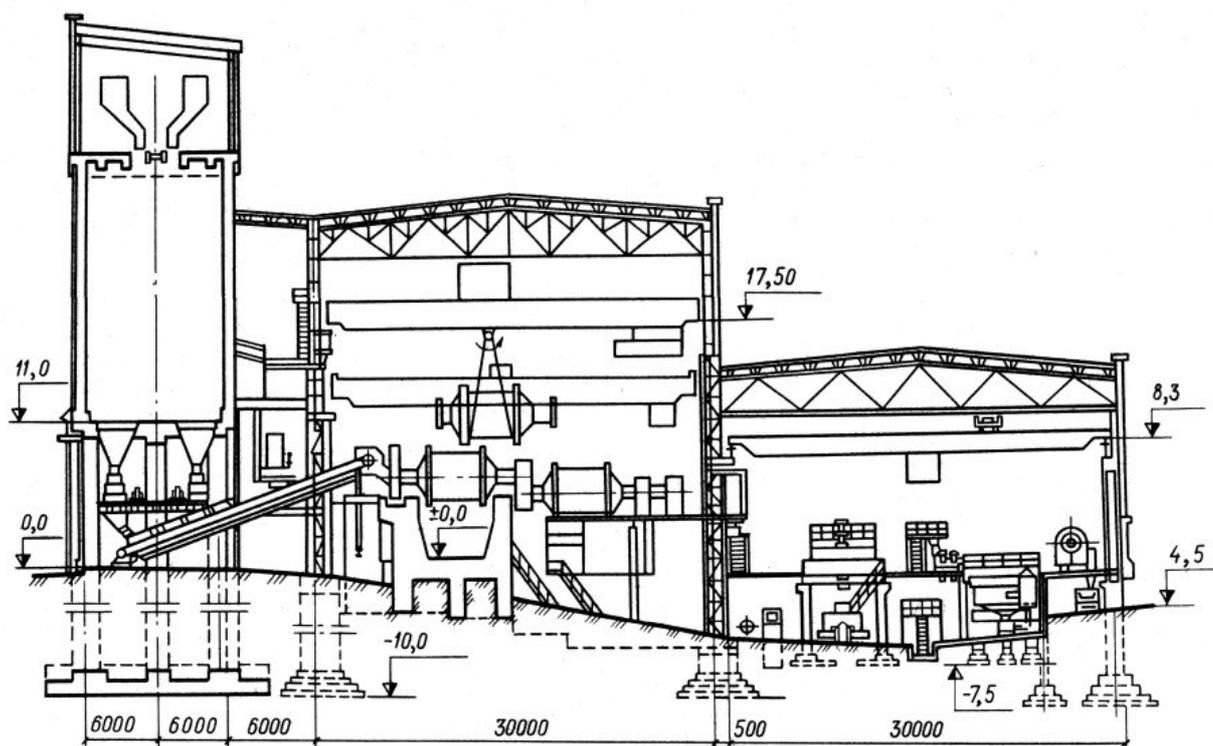


Рис. 4.6. Поперечный разрез главного корпуса обогатительной фабрики магнетитовых кварцитов

4.1.3. Брикетные фабрики

Брикетные фабрики включают технологическое оборудование для брикетирования углей с целью превращения малоценных мелкокусковых и пылевидных углей в высокосортное топливо в виде достаточно прочных кусков правильной формы. Брикетирование производится без добавки связующих веществ или же с добавкой нефтяного битума. Без добавки битума брикетируют торф и молодые бурые угли, при этом давление при формовании брикетов превышает 80 МПа. При брикетировании штыба каменных углей, а также старых (твердых) бурых углей добавляют связующий материал при давлении от 15 до 20 МПа. Брикетирование преимущественно распространено на буроугольных предприятиях. Требования к буроугольным брикетам следующие: зольность должна находиться в пределах 20–29%, влажность 15–21%, механическая прочность на сжатие для энергетических брикетов составляет 8–9 МПа, а для брикетов, идущих на коксование, – не менее 20 МПа. Процесс брикетирования углей является довольно сложным и включает разнородные технологические операции. Так, например, процесс изготовления энергетических брикетов из бурых углей включает следующие операции: – грохочение и дробление рядового угля до крупности 0–6 мм, так как более крупные фракции не поддаются брикетированию; – сушка угля до влажности 12–16% путем нагрева до 70–80°C; – охлаждение угля, поскольку в результате сушки его средняя влажность хотя и доводится до нормы, но в крупных частицах все же сохраняется избыток влаги; в процессе охлаждения крупные частицы теряют влагу, отдавая ее более сухим окружающим их мелким частицам; охлаждение производится до температуры 40–50°C; – прессование угольной

мелочи в при давлении от 100 до 120МПа; – охлаждение брикетов, требующее определенного режима и осуществляемое в специальных охлаждающих устройствах; при естественном охлаждении на складах брикеты разрушаются и могут самовозгореться. Технология производства брикетов для полукоксования аналогична, но характеризуется большим измельчением угля (крупность ниже 1 мм), более высокой степенью сушки (допустимое содержание влаги 8–10%) и повышением давления при брикетировании до 200 МПа. Брикетные фабрики представляют собой комплекс сооружений (бункеров, эстакад, многоэтажных зданий), характеризующихся большим числом технологического оборудования. Например, буроугольная брикетная фабрика производительностью 1 млн т/год имеет восемь секций, оборудованных дробилками и грохотами, пятнадцать сушильно-размольных установок, одиннадцать кольцевых прессов и другое оборудование. В связи с этим строительные объемы брикетных фабрик весьма значительны. План современной брикетной фабрики показан на рис. 4.7.

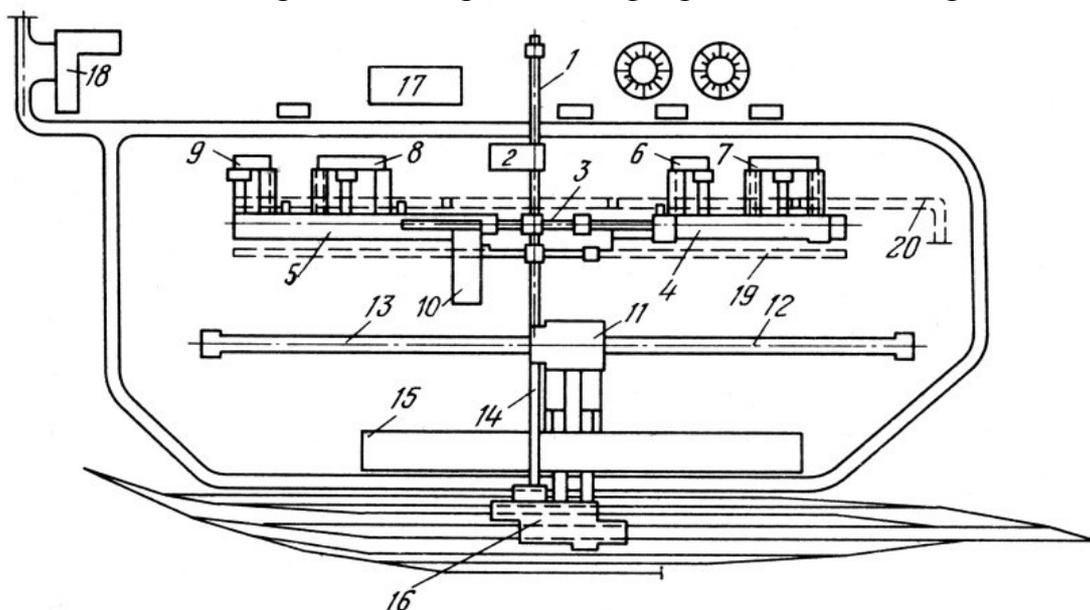


Рис. 4.7. План размещения зданий и сооружений брикетной фабрики: 1 – эстакада от приемного бункера к сортировке; 2 – дробильно-сортировочный корпус; 3 – мост к сушильно-прессовым корпусам; 4 и 5 – сушильно-прессовые корпуса соответственно первой и второй секции; 6 и 7 – корпуса соответственно охлаждения и контрольного дробления первой секции; 8 и 9 – то же, для второй секции; 10 – шлифовальное отделение для ремонта формовочного инструмента; 11 – перегрузочный пункт; 12 и 13 – галереи сетчатых транспортеров; 14 – мост к погрузочным бункерам; 15 – склад брикетов; 16 – погрузочный бункер; 17 – мастерские; 18 – административно-бытовой комбинат; 19 и 20 – коллекторы для паропроводов от ТЭЦ к фабрике

4.2. Здания энергетического и вспомогательного назначения

4.2.1. Котельные

Шахтные котельные служат для обогрева отопляемых зданий – АБК,

некоторых зданий и сооружений технологического комплекса, зданий подъемных машин – и для снабжения горячей водой душевых, прачечной и других бытовых объектов. По роду вырабатываемого теплоносителя котельные установки подразделяются на паровые и водогрейные. Основные элементы современной котельной – это топка, котел, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, в совокупности называемые котельными агрегатами, а также вспомогательное оборудование: питательные устройства, оборудование водоподготовки и газоочистки, топливоподачи и золоудаления. Поскольку объемно-планировочные решения котельных обусловлены характером производственного процесса, набором и габаритами технологического оборудования, рассмотрим кратко современные типы водогрейных и паровых котлов и вспомогательного оборудования, применяемые в отопительно-производственных котельных. Наибольшее распространение среди водогрейных котлов, используемых для теплофикационных целей, имеют в настоящее время котлы типа ПТВМ (пиковые, теплофикационные, водогрейные, газомазутные). Эти котлы, предназначенные для работы на газообразном или жидком топливе, имеют башенную компоновку, поэтому для них типична полуоткрытая установка; в помещении размещается лишь нижняя часть котлов до отметки 6–7 м, остальная поверхность – на открытом воздухе. Каждый котел имеет самостоятельную дымовую трубу, расположенную непосредственно над котлом и имеющую высоту 55–60 м от уровня земли. Размеры котлов в плане в зависимости от теплопроизводительности – от 5х5 м до 7х7 м. В качестве вспомогательного оборудования требуются насосы для воды и дутьевые вентиляторы. Среди унифицированной серии современных водогрейных стальных котлов меньшей производительности нужно назвать котлы типа КВ, предназначенные для сжигания как газа и мазута, так и твердого топлива. Котлы с размерами в плане от 7,2 х 5,2 м до 11,7 х 6 м имеют высоту от 4 до 11,4 м и размещаются в котельных закрытого типа. Отвод отходящих газов осуществляется с помощью дымососов через газоходы и отдельно стоящую дымовую трубу. Среди современных типов стальных паровых котлов, применяемых в отопительно-производственной практике, по существу единственными серийно изготавливаемыми нашей промышленностью являются стационарные 120 паровые котлы ДКВР (двухбарабанные котлы, водотрубные, реконструированные), паропроизводительность которых колеблется от 2,5 до 35 т/с. Эти котлы могут работать как на газообразном или жидком топливе, так и на угле при соответствующей замене газомазутной топки с факельным сжиганием топлива на цепную решетку, движением которой обеспечивается как механическая подача топлива в топку, так и удаление шлака. Размеры котла ДКВР–2,5–13 (где первая цифра–производительность (в т/ч), а вторая – избыточное давление пара) составляют в плане 3,2 х 4 м и 4,3 м по высоте. Соответствующие размеры для котла ДКВР–20–13 составляют 3,2 х 10,3 м и 6,3 м. Удаление отходящих газов обеспечивается дымососами через подземные газоходы и общую для нескольких котлов наружную дымовую трубу. Рассмотрим вспомогательное оборудование котельных. Тягодутьевые устройства состоят из дутьевых вентиляторов,

обеспечивающих принудительную подачу воздуха в топку, и дымососов для создания искусственной тяги, если нельзя ограничиться естественной тягой в дымовой трубе. Питание котлов водой осуществляется питательными и циркуляционными насосами с электроприводом. Для паровых котлов, ввиду невозможности их мгновенной остановки, в случае внезапного отключения электроэнергии предусматривают дополнительную установку насосов с паровым приводом – так называемый паровой резерв. В связи с тем, что накипь на стенках котла понижает коэффициент теплопередачи и ведет к перерасходу топлива, а растворенные в воде газы вызывают коррозию стенок котла, всякая котельная нуждается в системе водоподготовки или химводоочистки. В паровой котельной умягчается исходная добавочная вода и дегазируется питательная. В водогрейной котельной умягчается и дегазируется все количество воды, идущее на подпитку. Докотловая обработка воды с целью дегазации и снижения ее жесткости требует установки в здании котельной различного рода фильтров, баков для воды и деаэраторов, а также устройства по приемке и складированию химреагентов. При сжигании твердого топлива с продуктами сгорания в окружающую среду уносится от 35 до 90 % золы. Охрана окружающей среды требует очистки отходящих газов. Для улавливания твердых частиц в настоящее время в отопительных котельных используются в основном механические сухие золоуловители – батарейные циклоны, устанавливаемые на открытом воздухе между фронтом котлов и дымовой трубой. Все современные котельные, работающие на твердом топливе, требуют также устройства систем топливоподачи и механического или гидравлического удаления золы и шлака, что существенно усложняет объемно-планировочные и конструктивные решения здания котельной. Отопительно-производственные котельные проектируются обычно либо отдельно стоящими, либо сблокированными с другими производственными зданиями. Если шахтные котельные входят в виде секций в блок главного ствола, они отделяются от здания, с которым блокируются, противопожарной стеной. Размещение котельных диктуется более всего расположением центра тепловых нагрузок с учетом максимального приближения к источникам энергии водоснабжения. Объемно-планировочные решения котельных должны обеспечивать возможность применения унифицированных сборных железобетонных конструкций и деталей заводской готовности, а также возможность их последующего расширения. Котельные проектируют обычно однопролетными и одноэтажными, при необходимости – с антресольными перекрытиями для размещения технологического оборудования (например, деаэраторов) и бытовых помещений. Установку котлоагрегатов предусматривают однородной. При этом фронт котлов располагают в одну линию, обращенную к окнам котельной. Оборудование деаэрационных установок и химводоочистки размещают, как правило, в общем зале. Иногда здание котельной выполняется с двумя пролетами – котельным залом и насосной. Как уже отмечалось, объемно-планировочное решение котельных, работающих на твердом топливе, усложняется. В этом случае вдоль фронта паровых котлов устраивают топливные бункера и организуют периодическую подачу топлива в них с помощью надбункерной галереи с ленточным конвейером

или шнековым транспортером. При размещении котельной на территории шахты снабжение топливом обеспечивается непосредственно от блока главного ствола. В противном случае при котельных сооружают расходные склады топлива. Для подачи топлива со склада или приемно-разгрузочного пункта к зданию котельной используют открытое скреперное устройство или ленточный конвейер, установленный вдоль наклонной эстакады. Кроме того, котельные, работающие на твердом топливе, оборудуются устройствами для механического удаления золы и шлака. Для механизации всех процессов шлакозолоудаления широкое распространение получили системы с прокладкой перед фронтом котлов или под ними монолитного бетонного скреперного канала с ковшем или транспортером, способным выполнять как горизонтальное транспортирование золы, так и подъем на небольшую высоту в приемный бункер. В конструктивном отношении здания котельных представляют собой, как правило, каркасные здания со стеновым заполнителем из навесных легкогобетонных панелей, с покрытием из крупнопанельных сборных железобетонных плит размером 1,5х6 м или 3,0х6 м по железобетонным предварительно напряженным балкам или фермам. Антресольные этажи и площадки обслуживания паровых котлов обычно выполняют монолитными железобетонными по стальным балкам. Рассмотрим несколько примеров объемно-планировочных и конструктивных решений зданий отопительно-производственных котельных, которые могут входить в поверхностный комплекс различного рода подземных сооружений. На рис. 4.8 представлены план и разрез отопительнопроизводственной котельной закрытого типа, оборудованной тремя котлами ДКВР–2,4–13 и работающей на твердом топливе с водой и паром в качестве теплоносителей.

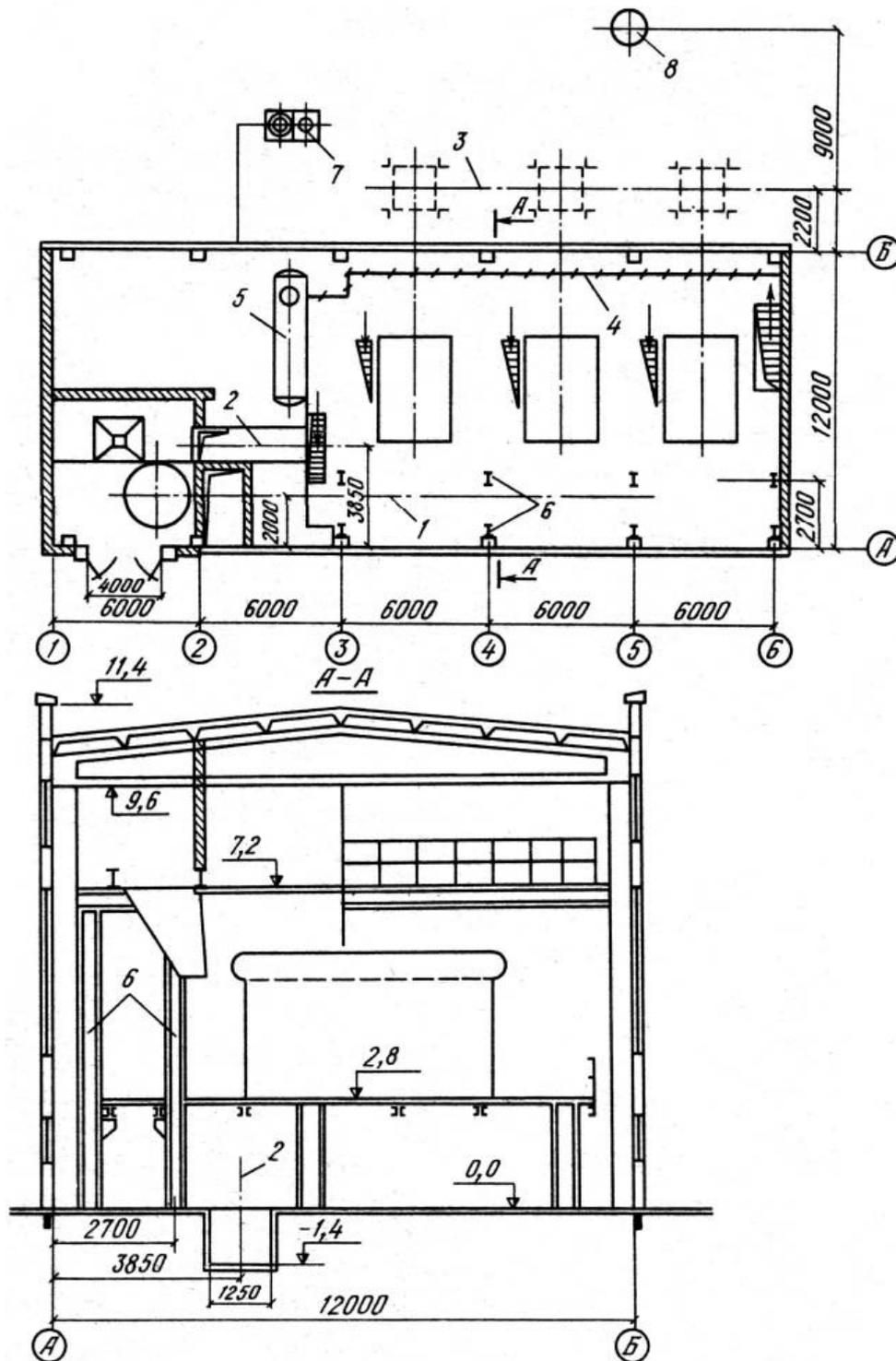


Рис. 4.8. Отопительно-производственная котельная закрытого типа, работающая на твердом топливе: 1 – ось подъемника Шевьева; 2 – ось канала шлакозолоудаления; 3 – ось золоуловителя; 4 – ограждение; 5 – деаэратор; 6 – стальные опоры бункерной эстакады; 7 – барбатер; 8 – дымовая труба

В компоновочном отношении котельная представляет собой одноэтажное однопролетное здание прямоугольной формы в плане с размерами 2 x 30 м с шагом колонн 6 м и высотой до низа стропильных балок 9,6 м. Котельная объединяет в одном архитектурном объеме котельный зал, помещения химводоочистки (ХВО) и шлакозолоудаления, а также внутреннюю галерею топливоподачи. Вне здания

котельной вдоль оси «Б» на открытых площадках, непосредственно примыкающих к зданию, размещены бак мокрого хранения соли для ХВО, барбатер для деаэратора, золоуловители (батареиные циклоны) и дымовая труба. В общем случае, когда котельная располагается не на поверхности шахты, требуется также открытый склад угля и разгрузочная железобетонная эстакада. В первых двух шагах колонн со стороны постоянного торца (в осях 1–3) размещены: на отм. + 0,00 – разгрузочный узел шлакоудаления, которое осуществляется скреперным подъемником в бункер, расположенный на отм. 7,20 м. Подъемник состоит из горизонтального и наклонного участков, размещенных в монолитном железобетонном канале. Горизонтальный его участок расположен под котлами, наклонный участок подъемника расположен под углом 65–70° к горизонту. Здесь же, на отм. ± 0,00 размещены приемные устройства топливоподачи, которая производится подъемником системы Шевьева, размещенном на отм. 7,2 м. Ковшом подъемника, перемещаемым по специальным направляющим лебедкой, уголь подается в бункера при котлах, а из них по течкам в топки. Ближе к ряду колонн «Б» в тех же осях на отм. + 0,00 м установлены питательные и подпиточные насосы паровых котлов, а также фильтровальные баки химводоочистки, на отдельных стальных опорах на отм. 2,80 м расположен деаэратор. В осях здания 3 – 6 находится собственно котельный зал на три котла с размерами котловой ячейки 6 x 12 м. Котлы ДКВР-2,5-13 обслуживаются с площадки на отм. 2,80 м. Вдоль фронта котлов по ряду «А» на отм. 7,20 м расположена галерея топливоподачи со стальным бункером для угля. Дальнейшее расширение котельной предусматривается пристройкой унифицированных шагов колонн в сторону оси «Б». В конструктивном отношении котельная представляет собой каркасное здание, выполняемое из типовых сборных железобетонных изделий заводского изготовления. Фундаменты под колонны – монолитные железобетонные столбчатые стаканного типа, на которые опираются типовые сборные железобетонные фундаментные балки. Кровельное покрытие из крупнопанельных плит по предварительно напряженным железобетонным балкам длиной 12 м, кровля двухскатная с внутренними водостоками. Стены из навесных керамзитовых панелей 6,0 x 1,2 м. Площадки в котельном зале на отметках 2,80 и 7,20 м монолитные железобетонные по стальным балкам, бункер шлакозолоудаления также выполнен из монолитного железобетона с металлической футеровкой. Галерея топливоподачи выполнена из стальных конструкций прокатного профиля. На рис. 4.9 представлена типовая отопительно-производственная котельная с тремя котлами ДКВР – 6,5–13, работающая на газе или мазуте с водой и паром в качестве теплоносителей.

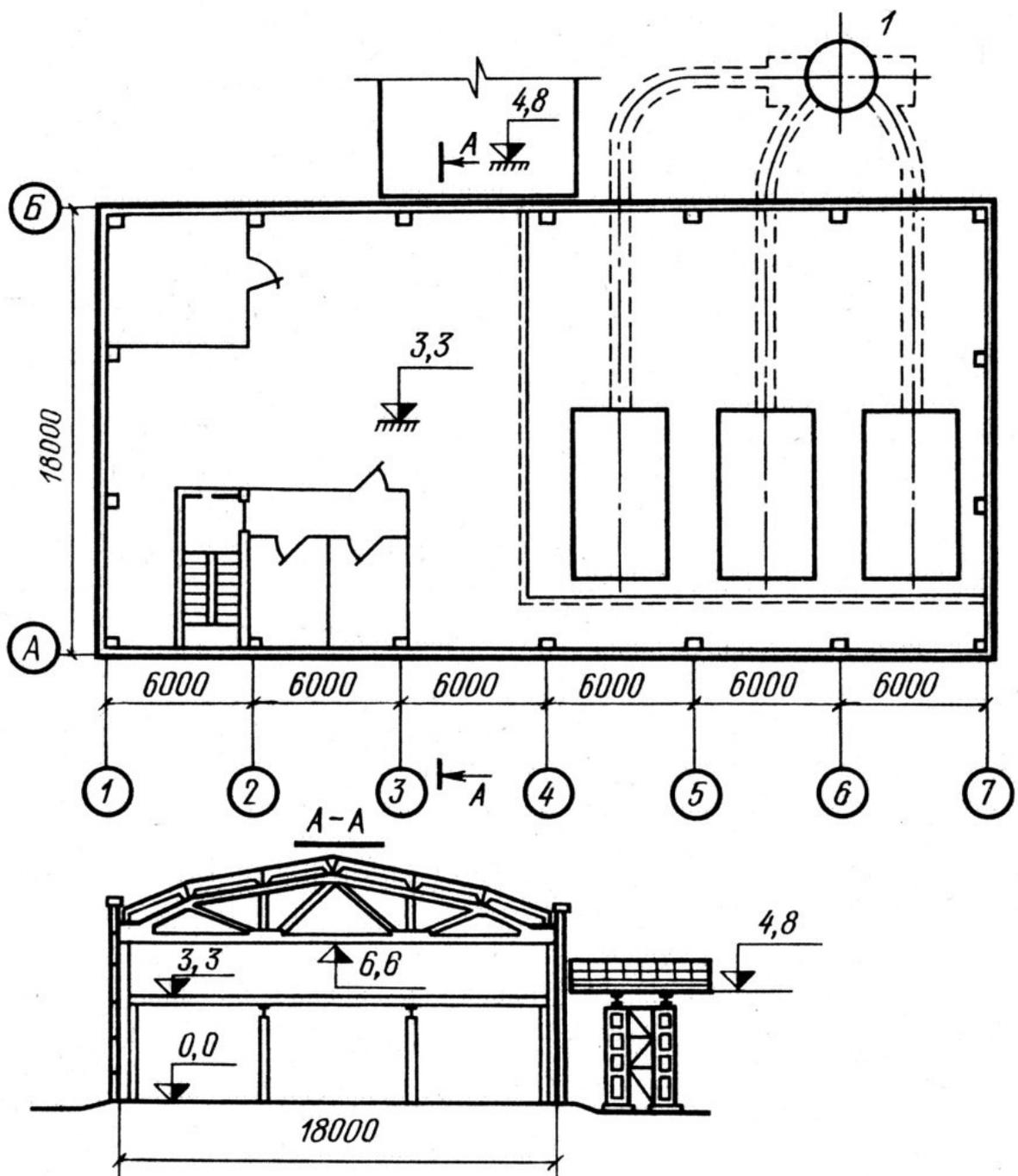


Рис. 4.9. Отопительно-производственная котельная, работающая на газе или мазуте: 1 – дымовая труба

Отсутствие систем топливоподачи и шлакозолоудаления приводит к простому объемно-планировочному решению здания. Прямоугольное в плане, однопролетное, с размерами в осях 18 x 36 м и шагом колонн 6,0 м, оно имеет высоту до низа ферм 6,6 м. В пределах трех шагов в здании на 125 отм. 3,30 м предусмотрена антресоль, на которой размещены вспомогательные помещения котельной – химлаборатория, электрощитовая, бытовки и т.п. На отм. $\pm 0,00$ под антресолью расположено оборудование химводоочистки, насосы и другое технологическое оборудование. Далее в осях 4–7 размещены три котловые ячейки размером 6 x 18 м, в каждой из которых расположен котельный агрегат с дутьевым вентилятором и дымососом. Вне здания котельной располагаются: склад соли,

площадка открытой установки деаэраторов, дымовая труба и мазутохранилище, состоящее из аккумуляторных баков для мазута, насосной и камеры управления задвижками. Если жидкое топливо используют в качестве основного, то емкость мазутохранилищ принимают из расчета 10–суточного расхода, если же жидкое топливо предусматривают в качестве аварийного (основным топливом является газ), то емкость баков рассчитывают на трехсуточный расход. Мазут хранят, как правило, в подземных или полуподземных обвалованных железобетонных цилиндрических резервуарах. В конструктивном отношении котельная представляет собой каркасное здание из унифицированных сборных железобетонных конструкций индустриального изготовления. Фундаменты под колонны – монолитные железобетонные стаканного типа. Кровельное покрытие состоит из железобетонных предварительно напряженных ферм пролетом 18 м и крупнопанельных плит покрытия размером 3,0 х 6,0 м. Стеновое ограждение из керамзитобетонных навесных панелей. Антресоль на отм. 3,30 м выполнена из монолитного железобетона по стальным балкам и колоннам. В качестве опорных конструкций для площадки деаэраторов применены сборные железобетонные типовые стойки двухветвевое сечения, серийно изготавливаемые для отдельно стоящих опор трубопроводов. Размеры типовых помещений котельной определены в зависимости от габаритов оборудования с соблюдением необходимых проходов и зазоров: между фронтом котлов и наружной стеной здания — не менее 3 м; между обмуровкой котлов и стенами — 1 м; между верхней обмуровкой котла и покрытием здания — не менее 2 м.

4.2.2. Электроподстанции

Промышленные предприятия обычно получают электроэнергию от энергетических систем и в редких исключениях имеют свои электростанции, работающие совместно с электросистемой. Для преобразования подаваемого напряжения в рабочее и распределения электроэнергии по потребителям на промышленных предприятиях предусматриваются *электроподстанции*. Основными элементами электроподстанций промышленных предприятий являются силовые трансформаторы, масляные выключатели, распределительные устройства высокого и низкого напряжений, аккумуляторы, реакторы, предназначенные для ограничения токов короткого замыкания, а также для сохранения на шинах определенного уровня напряжения при коротком замыкании. Наиболее развитыми на промышленных предприятиях являются подстанции на напряжениях 6–10 кВ. Такие подстанции, как правило, сооружаются закрытыми. При напряжениях 35 кВ и выше применяют в основном открытые распределительные устройства (ОРУ). Закрытые подстанции размещаются с максимальным приближением к потребителю в отдельно стоящих зданиях, в пристройках, а также могут быть встроенными или располагаться внутри обслуживаемых промышленных предприятий. При этом не допускается размещать подстанции над и под помещениями с массовым скоплением людей, а также над помещениями с «мокрыми» технологическими процессами, душевыми, туалетами и т.д., если конструкция пола этих помещений не обеспечивает надежную гидроизоляцию.

Объемно-планировочные решения электроподстанций промышленных предприятий весьма разнообразны и зависят от размещаемого в них оборудования. При компоновке электроподстанций необходимо учитывать правила устройства электроустановок (ПУЭ), а также действующие стандарты. Так, например, для каждого трансформатора устраивают отдельную закрытую камеру с наружным выходом и зазорами шириной 0,6 – 0,7 м вокруг трансформатора, которые необходимы для его обслуживания. Для стока масла в камерах под трансформаторами предусматривают прямки со сливной трубой, отводящей масло в маслоприемник. Минимальная высота подвески неогражденных оголенных токоведущих частей должна составлять не менее 2,5 м при напряжениях 1–10 кВ и 2,75 м при напряжениях 10–35 кВ и т.д. Здания электроподстанций (рис. 4.10), как правило, выполняются зального типа без внутренних колонн, что упрощает размещение оборудования.

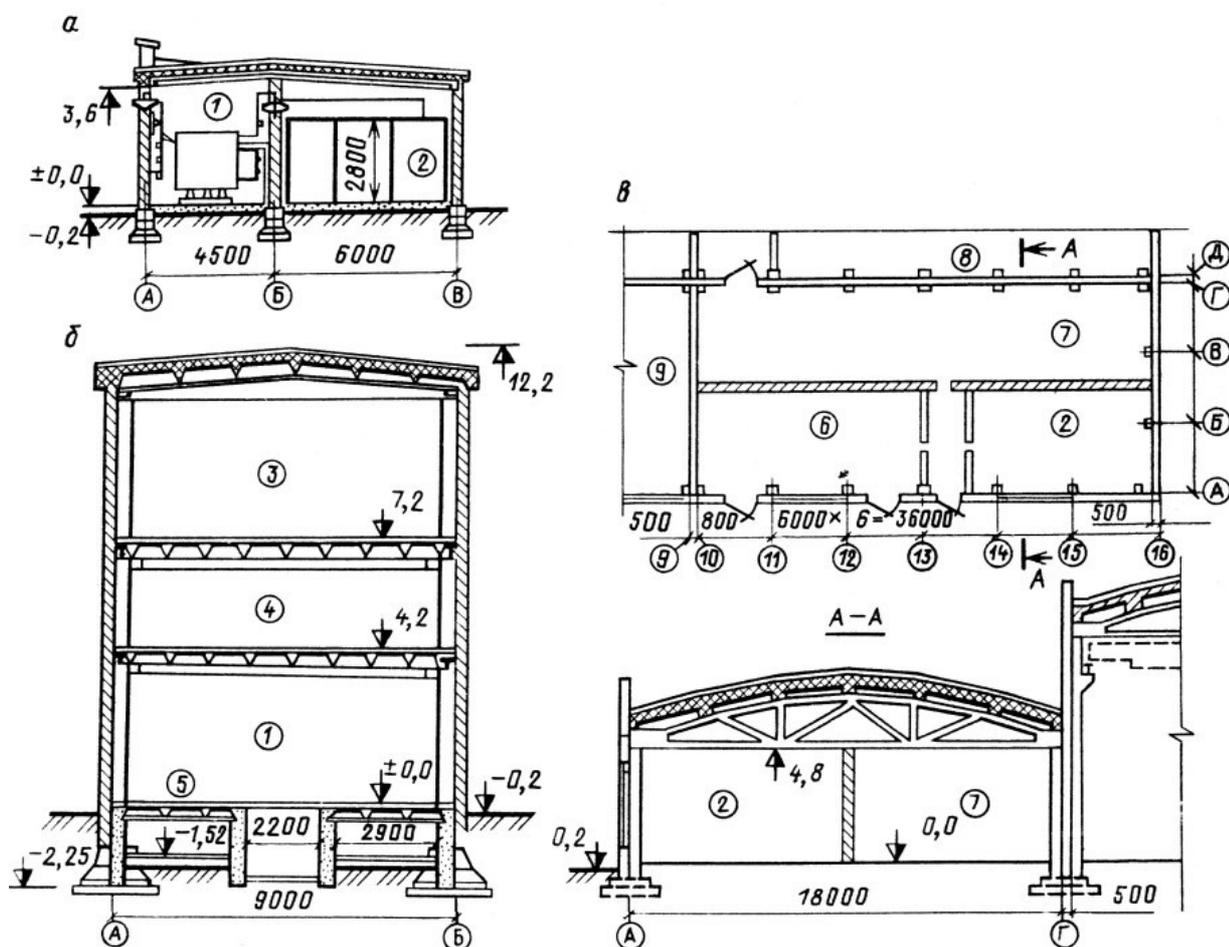


Рис. 4.10. Примеры конструктивных решений зданий электроподстанций промышленных предприятий: 1 – помещение реакторов; 2 – зал комплектных распределительных устройств 6 – 10 кВ; 3 – зал сборных шин и шинных разъединителей; 4 – зал выключателей; 5 – вентиляционный канал; 6 – трансформаторная подстанция; 7 – зал распределительных устройств низкого напряжения; 8, 9 – соответственно секции компрессорной и насосной станций

Стены выполняются кирпичными или сборными легковесными. При этом распределительные устройства высокого напряжения могут как совмещаться с трансформаторной подстанцией, так и выполняться отдельно. Первый вариант

целесообразен в том случае, если основные потребители электроэнергии на рабочем напряжении располагаются вблизи трансформаторной подстанции. Число этажей здания электроподстанции определяется типом применяемого оборудования. Например, если для средних промышленных предприятий в понижающих подстанциях на вторичном напряжении применяют одну систему сборных шин с групповыми сдвоенными реакторами, то здание в этом случае обычно выполняется одноэтажным. В качестве иллюстрации такого конструктивного решения на рис. 3.16, *а* приведен разрез здания с кирпичными стенами по залу распределительных устройств напряжением 6–10 кВ. На рис. 3.16, *в* приведены план и разрез секции электроподстанции в блоке вспомогательного ствола. На подстанциях крупных предприятий обычно применяют распределительные устройства с двумя системами шин и индивидуальными реакторами. В этом случае здания электроподстанций выполняют двух- и трехэтажными, причем в верхних этажах размещают самые легкие и малогабаритные элементы – сборные шины, шинные разъединители. Ниже устанавливаются выключатели и еще ниже – реакторы. Примером такого конструктивного решения может служить разрез здания по залу распределительных устройств напряжением 6 – 10 кВ с двумя системами сборных шин, приведенный на рис. 3.16, *б*. Трехэтажное здание пролетом 9 м выполнено из сборных железобетонных конструкций – колонн, ригелей, плит перекрытия и покрытия, кровельных балок.

4.2.3. Ремонтные мастерские

Ремонтные мастерские предназначены для текущего ремонта оборудования, зарядки аккумуляторов и батарей, изготовления и ремонта изношенных деталей и несложного инструмента, вулканизации гибких кабелей и резиновой изоляции и т. д. Капитальный ремонт крупного оборудования в мастерских обычно не производится. Для этой цели строят центральные механические мастерские районного значения. На горные предприятия обычно устраивают электромеханические, бурозаправочные, деревообделочные и крепезаделочные мастерские. На современных горные предприятия и карьерах наибольшее распространение получил способ частично централизованного ремонта шахтного оборудования. При этом способе на горных предприятиях устраивают небольшие электромеханические мастерские, в которых устанавливают не более двух токарных, фрезерных, карусельных, сверлильных и других станков. В этих же мастерских обычно устраивают сварочное отделение и кузницу. Размеры таких электромеханических мастерских зависят от количества и вида применяющихся на шахте машин и механизмов и системы организации их ремонта.

Для ремонта и заправки бурового инструмента, а также напайки на буровые резцы и коронки пластинок твердых сплавов служат автоматические или полуавтоматические станки и нагревательные печи. Отдельное здание для бурозаправочной мастерской устраивают только на мощных горных предприятиях. Одна из типовых секций шахтной мастерской показана на рис. 4.11. Секция включает: *I* – кузнечнокотельное отделение, *II* – электроремонтное и ремонтно-механическое отделение, *III* – кладовую, *IV* – контору мастера, *V* – санузел, *VI*

— материальный склад для хранения запасных частей, оборудования, материалов, инвентаря, спецодежды, VII — контору склада.

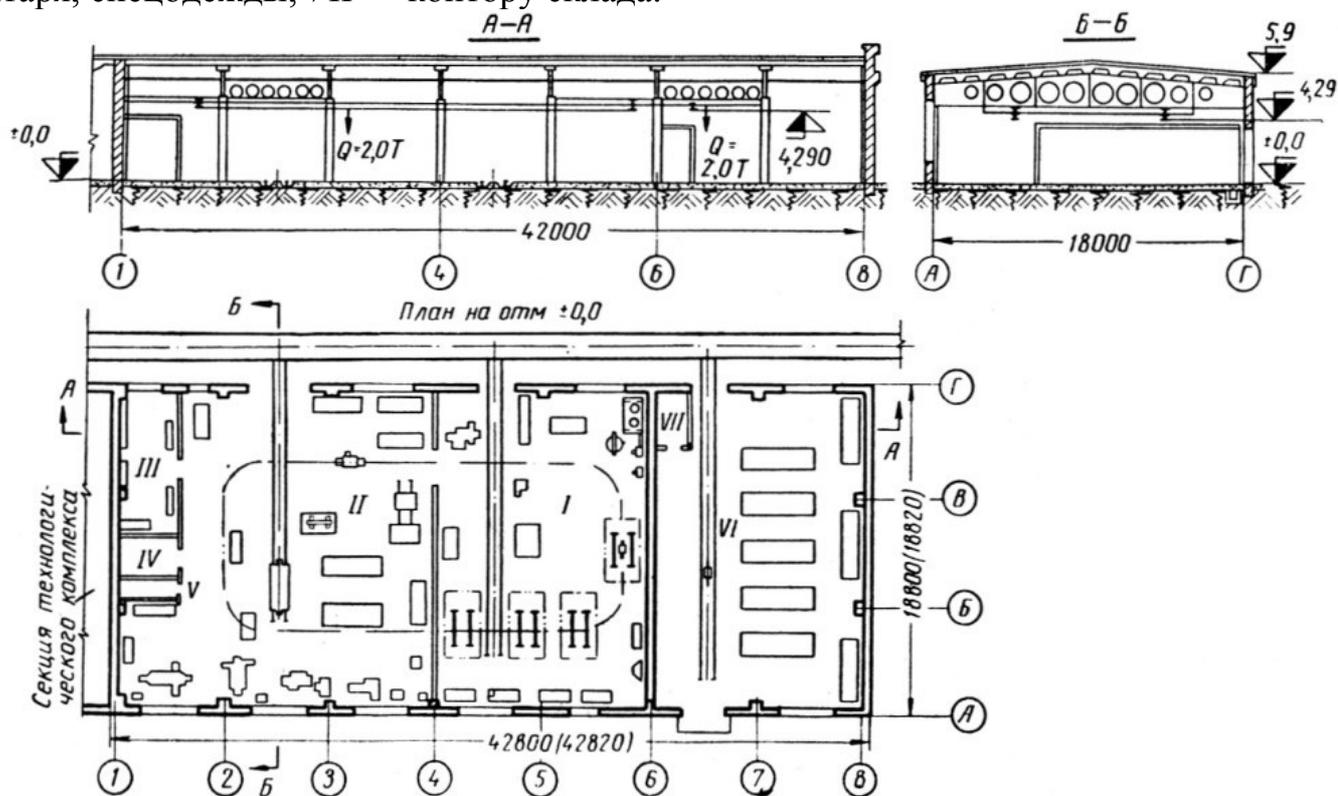


Рис. 4.11. Ремонтная мастерская

Общая площадь застройки 804 м², строительный объем 5230 м³. Стены здания возводят из сборных железобетонных стеновых панелей или легких металлоконструкций (ЛМК); для несущих конструкций и элементов покрытий применяют также сборный железобетон.

4.3. Административно-бытовые комбинаты

Административно-бытовые здания или административно-бытовые комбинаты (АБК) относятся к группе вспомогательных зданий промышленных предприятий. В их состав входят помещения: — *административно-конторские* (управления, нарядные, зал собраний, помещения общественных организаций, учебные пункты и комбинаты); — *производственные* (ламповая, респираторная, контрольноизмерительной аппаратуры, конструкторские бюро, телефонная станция, диспетчерская); — *бытовые и санитарно-медицинские*. Последние две группы помещений занимают большие площади и включают в себя гардеробные, душевые, уборные, умывальные, помещения для стирки, сушки, обеспыливания рабочей одежды, фотарии, ингаляторные и т.д.

Состав бытовых помещений для промышленных предприятий определяется в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов, которая дана в санитарных нормах проектирования промышленных предприятий. Согласно нормированной классификации, имеется четыре группы производственных процессов: — *первая группа* — процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях и отсутствии вредных газов или пыли; — *вторая*

группа – процессы на предприятиях по подземной добыче полезных ископаемых; – *третья группа* – процессы с резко выраженными факторами вредностей и загрязнения ими одежды; – *четвертая группа* – процессы, требующие особого режима для обеспечения качества продукции. Рассмотрим назначение перечисленных помещений, объем их, оборудование и пр. *Секция управления* состоит из двух частей: *административно-технической*, куда входят помещения технического руководства, и *расчетной*, состоящей из бухгалтерии, кассы, табельной, хозяйственной части. В административно-бытовом комбинате секцию управления целесообразно располагать в отдельном крыле так, чтобы на атмосферу помещения не оказывало влияния соседство душевой, прачечной, гардеробной и пр. Высота помещений должна быть 3,2-3,5 м. При планировке помещений управления следует предусмотреть, чтобы вход в расчетный зал был непосредственно с улицы, при кассах и табельных были свободные коридоры или вестибюли, помещение маркшейдерского отдела было светлым. *Нарядная* предназначается для работы начальников участков по выдаче нарядов бригадам, спускающимся в шахту. Здесь предусматривается и проведение агитационной и культурно-массовой работы, поэтому нарядная комбината состоит из общего сборного помещения (зала) и помещений начальников участков. Площадь зала определяется, исходя из нормы 0,5-0,8 м² на одного подземного трудящегося в смену; комнаты для начальников участков принимаются размером 7-12 м² по количеству участков. В нарядной предусматривается одна – две комнаты для дежурства руководящего состава. На горных предприятиях устраиваются *бани* для мужчин, женщин и отделения для инженерно-технического персонала. На крупных горных предприятиях нередко устраивают отделение для горных мастеров. Каждое из отделений имеет гардеробную для рабочей одежды, гардеробную для домашней одежды и душевую. Количество мест для хранения одежды рассчитывается по числу трудящихся, занятых на подземных работах, и части поверхностных рабочих, нуждающихся по роду работы в душевой, с таким расчетом, чтобы каждый человек имел свое постоянное место хранения рабочей и домашней одежды. Количество *душевых рожков* устанавливается из расчета один рожок на 5 – 6 обслуживаемых человек в смену. При определении площадей отделений исходят из таких данных: – количество мужчин 70 – 75 % от всех пользующихся баней; – количество женщин – 25 – 30 %; – число поверхностных рабочих, нуждающихся в бане, 7 – 8 % от состава подземных; – инженерно-технический персонал в размере 7 – 8 % от списочного состава подземных рабочих. Размеры ячеек для вешалок в плане должны быть не менее 20x30 см для рабочей одежды и 20x35 см для домашней. Наименьшая высота двухъярусных вешалок – 2,9 м. Расстояние между осями вешалок – не менее 1,2 м. Размер шкафчиков в плане для домашней одежды 35x35 см, высота одного яруса 1,5 м, а двух – 3 м. Ширина прохода между шкафами – 1 м. Высота помещений гардеробов принимается не менее 5 м, иначе возникают затруднения с просушиванием одежды и освещением помещения. Скамьи для раздевания целесообразно размещать параллельно шкафам в проходах. Величина площади гардеробного блока на одного человека изменяется в зависимости от группы производственных процессов и при подземных работах,

например, составляет 2,6 – 3,4 м² без учета подсобных помещений, коридоров, лестничных клеток и т.д. Взаимное расположение душевой и раздевалок должно быть таким, чтобы из душевой имелся выход в раздевалку спецодежды и домашнего платья. Целесообразнее душевую разместить между раздевалками, которые сообщаются специальным коридором. Это возможно в одноэтажных комбинатах, где легко осуществить верхний свет для освещения душевой. В многоэтажных комбинатах раздевалки размещаются по одну сторону от душевой. Целесообразно располагать в этажах душевые над душевыми; 141 также размещать и санузлы. Рожки в душевых устанавливаются в кабинах или в общем зале. Расстояние между рядами кабин не менее 1,5 м, размер кабины 0,9х0,9 м. При размещении рожков в общем зале расстояние между ними должно быть не менее 1,3х1,8 м. Предпочтительно душевые оборудовать кабинами. Подземные рабочие должны снабжаться флягами с кипяченой водой, для чего служат станции питьевой воды, включающие в себя помещения кубовой, фляговой, для газирования воды, мойки фляг и стерилизационной. *Питьевая станция* проектируется из расчета расхода 3 л воды на одного трудящегося. Площадь помещений станции, в зависимости от количества рабочих в смене, принимается в размерах: при смене 150 – 400 человек должно быть две комнаты по 10 – 12 м²; при смене свыше 400 человек помещение для кубовой определяется из расчета 0,023 м² на рабочего по максимальной смене; помещение сатуратора для газирования воды – 0,035 м² на человека; помещение для фляг – 6 – 15 м²; для мойки – 5 – 10 м²; помещение для наполнения, хранения и выдачи фляг – из расчета 0,055 м² на подземного рабочего по максимальной смене. *Ламповые* на горное предприятиях служат для хранения, зарядки, ремонта и выдачи ламп. Аккумуляторные ламповые должны включать подвесное депо для хранения ламп, помещение для приема и выдачи, зарядную, преобразовательную тока, ремонтную и кладовую. *Прачечная* на шахте предусматривается для стирки, дезинфекции и починки спецодежды и включает в себя: стиральную, оборудованную стиральными машинами; сушилку; гладильню; дезинфекционную камеру; починочные мастерские одежды и обуви. Площади помещений могут быть ориентировочно определены по следующим нормам: площадь стирального отделения из расчета 0,16 – 0,25 м² на одного подземного рабочего по максимальной смене; площадь гладильни 8 – 12 м², дезинфекционной камеры – 30 – 35 м²; починочные мастерские из расчета 0,07 – 0,08 м² на одного подземного рабочего по максимальной смене. *Здравпункт* на шахте предназначается для оказания первой помощи пострадавшим и амбулаторного лечения трудящихся и состоит из секции ожидания, кабинета врача, перевязочной, ванной, комнаты дежурного персонала. Размер помещений 8 – 12 м² каждое. Здравпункт должен иметь собственный выход из здания и удобный подъезд для автомашины. Здравпункты устраивают на предприятиях со списочным составом 500 чел. и более. Обычно здравпункты размещают в первых этажах вспомогательных и производственных зданий. Площадь помещений здравпункта зависит от его категории и составляет около 115 м² – для здравпунктов IV категории, 145 м² – для III категории и 210 м² – для II категории. При этом здравпункты IV категории устраиваются на промышленных предприятиях со

списочным составом от 500 до 1200 чел., III категории – 142 до 2000 чел., II категории – до 3000 чел. Здравпункты I категории устраиваются при списочном составе свыше 3000 чел. *Парикмахерская* устраивается на крупных горное предприятиях на одно – два кресла. *Фотарии* на горное предприятиях предназначаются для облучения подземных рабочих специальными лампами (ртутно-кварцевые, ультрафиолетовые) в целях компенсации недостатка солнечного дневного света. Продолжительность облучения 1 – 2 мин., поэтому пропускная способность фотария может быть значительной. Фотарий должен примыкать к раздевалке домашней одежды, так как облучению рабочий подвергается после бани, с насухо вытертым телом. Фотарии могут быть кабинные, проходные и маячные. Усредненные расходы площади на фотарии составляют 4 – 8 м² на одну кабину для фотариев кабинного типа, 3 – 4 м² на 1 м прохода для фотариев проходного типа; 36 и 54 м² на один облучатель соответственно ртутно-кварцевый Ф-33 и ультрафиолетовый Ф-34 фотариев маячного типа. *Столовые* предусматриваются при числе работающих в наиболее многочисленной смене 250 чел. и более. В остальных случаях на предприятиях устраиваются буфеты. Число посадочных мест принимается из расчета одно место на четырех человек из числа работающих в наиболее многочисленной смене. Площадь комнат для приема пищи при этом должна составлять не менее 12 м². Для рационального укрупнения столовых на промышленных предприятиях применяют обычно типовые проекты отдельно стоящих столовых на 150 – 450 мест. Планировка многочисленных помещений в здании комбината может быть самой разнообразной; в основу ее должен быть положен принцип наиболее быстрого и удобного обслуживания рабочих, опускающихся в шахту и выехавших на поверхность. Самым существенным в планировке является взаимное размещение бань, раздевалки, ламповой и нарядной, т.е. помещений, через которые ежедневно проходит основной поток трудящихся. Практикой выработаны две основные схемы планировки этих помещений. Первая обеспечивает такую последовательность перемещения рабочих, спускающихся в шахту: раздевалка домашней одежды, раздевалка рабочей одежды, нарядная и ламповая. Рабочие, выехавшие из шахты, идут в обратной последовательности, т. е. после сдачи ламп в ламповой попадают в раздевалку спецодежды, далее в душевую и раздевалку домашней одежды. Недостатком схемы является то, что рабочие приходят в нарядную в грязной одежде. При второй схеме планировки рабочие вначале попадают в нарядную и, получив наряды, идут в раздевалку домашней одежды, после чего следуют в раздевалку спецодежды и ламповую. Объем здания административно-бытового комбината на крупных горных предприятиях достигает 25–30 тыс. м³. В среднем при ориентировочных подсчетах можно принимать объем в 19–25 м³ на одного обслуживаемого в сутки. В основу объемно-планировочных решений зданий административно-бытового назначения положены габаритные схемы, которые предусматривают применение ширины корпусов 12, 18 м и более кратно 6 м при шаге колонн 6 м. На базе габаритных схем разработаны «Унифицированные типовые секции (УТС) зданий административно-бытового назначения». Длина секций 36, 48 и 60 м. Из них komponуют двух-, трехи четырехэтажные здания с

высотой этажа 3,6 м. Для некоторых помещений нормы допускают применение высоты этажа 4,2 м. В дополнение к УТС разработаны типовые планировочные решения отдельных административно-бытовых зданий для различного числа рабочих, что позволяет значительно ускорить проектную работу. Здания административно-бытового назначения выполняют по схеме полного каркаса с кирпичными или с навесными панельными стенами. Пространственная жесткость каркаса в плоскости рам обеспечивается рамными узлами каркаса, а из их плоскости – диафрагмами жесткости, а также жесткими дисками перекрытий. Железобетонные конструкции принимают по каталогу типовых промышленных изделий для зданий культурно-бытового и общественного назначения. Например, фундаменты применяют железобетонные стаканного типа с размерами в плане от 1000x1000 до 2000x2000 мм и высотой 100 мм; колонны – сборные железобетонные сечением 300x300 и 400x400 мм и высотой на один – два этажа. Перекрытия выполняют из сборных многопустотных железобетонных плит высотой 220 мм, шириной 1200 мм и длиной 5800 мм по сборным железобетонным ригелям из бетона марок 300 – 400 таврового сечения (полкой вниз) с шириной полки 468 мм, шириной стенки 200 мм и высотой 450 мм. Плиты, укладываемые по рядам колонн, применяют без пустот шириной 800 мм. Стеновые панели выполняют из легкого бетона толщиной 240 и 320 мм, высотой 900, 1200, 1500 и 1800 мм и длиной 6000 мм. Покрытие применяют бесчердачное с плоской кровлей. В его состав входят сборные железобетонные плиты, пароизоляция из рулонного материала на битумной мастике, утеплитель, выравнивающий слой из легкого бетона, водоизолирующий ковер из четырех слоев рубероида на битумной мастике и защитный слой гравия, втопленного в битумную мастику. Внутренние перегородки проектируют гипсошлакобетонные, из железобетонных и легкобетонных панелей, а также из пластмассовых листов, древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит. Площадь остекления принимают с учетом функционального назначения помещений, места строительства, расположения здания относительно стран света. Межоконные проемы заполняют кирпичной кладкой или панелями – импостами высотой 1800 мм и шириной 300 и 600 мм. В качестве примера объемно-планировочного решения зданий административно – вспомогательного назначения приведены: планы I этажа (*a*), 144 II этажа (*б*) (рис. 4.12) и разрезы (рис. 4.13) административно-бытового комбината на 1200 чел. для предприятий горнорудной промышленности.

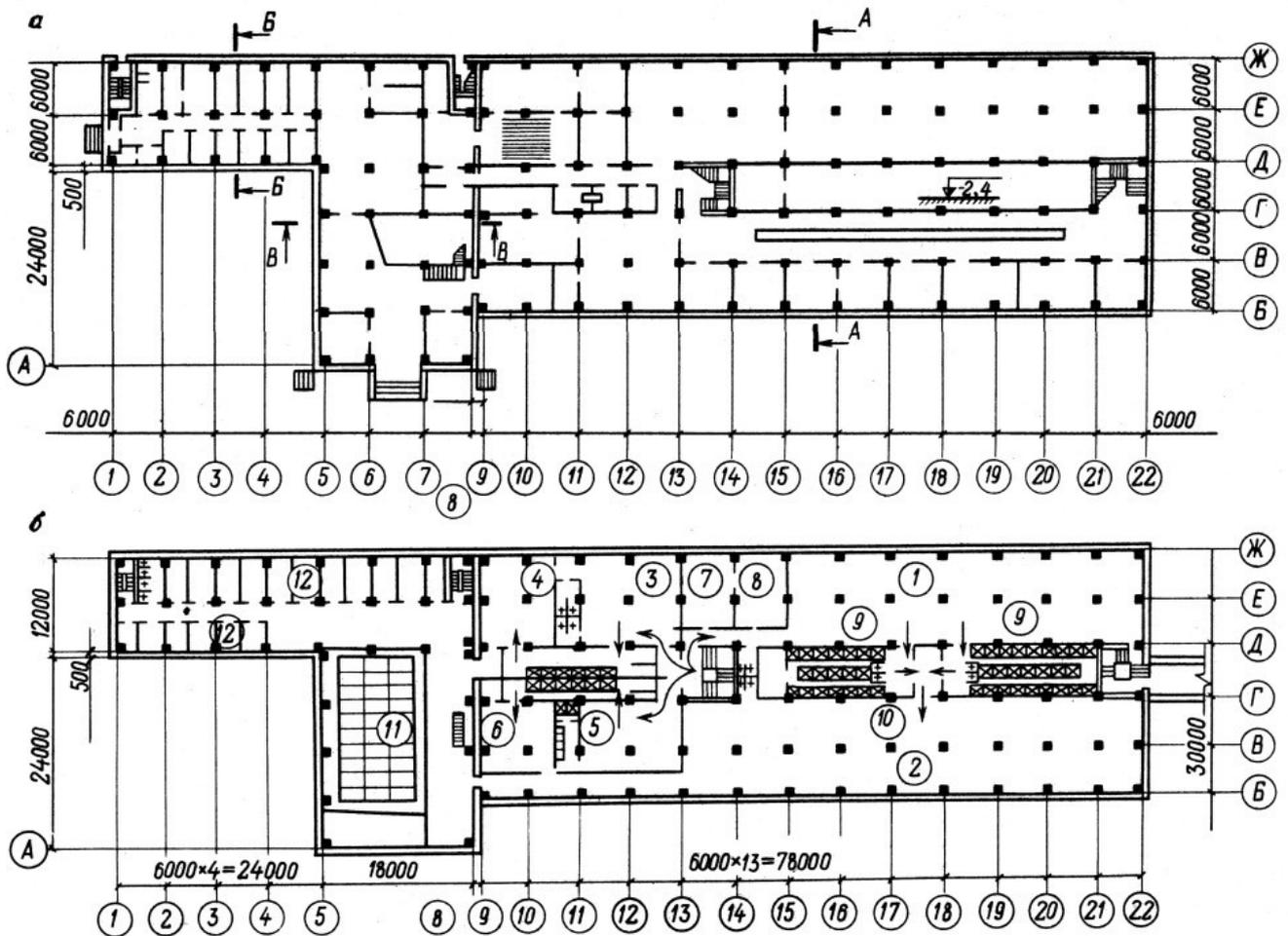


Рис. 4.12. Планы I этажа (а) и II этажа (в) административно-бытового комбината на 1200 человек

Административно-бытовой комбинат решен в виде двух корпусов, сблокированных между собой: двухэтажного бытового размерами в плане 78x30 м (в осях 9–22–Б–Ж) и пятиэтажного административного размерами в плане 42x12 м (в осях 1–8–Д–Ж) с двухэтажной пристройкой 24x18 м (в осях 5–8–А–Д). Первый этаж корпуса предназначен для размещения различных помещений технического назначения: ламповой, респираторной, номерной, станции питьевой воды, фляговой, мастерских по ремонту ламп, обуви, рабочей одежды, а также банно-прачечного цеха, бойлерной, насосной и т. д. На втором этаже бытового корпуса располагаются мужские 1, 2, 3, 4 и женские 5, 6 гардеробные блоки, решенные по продольной схеме. Они состоят из гардеробов рабочей и домашней одежды, душевых 9, фотария 10, помещений для обеспыливания и сушки рабочей одежды 7, 8 и т. д. Все гардеробные блоки оборудуются индивидуальными шкафами размером в плане 35x36 см и высотой 1,5 м с шириной прохода между рядами 1 м. 145 Первый и второй этажи административного корпуса предназначены для размещения здравпункта III категории, буфета на 60 посадочных мест, отдела кадров и нарядной, которая состоит из кабинетов начальников участков 12 площадью 7–12 м² и общего зала 11 на 300 мест. Последний этаж используется для проведения собраний и мероприятий по аттестационной и культурно-массовой работе.

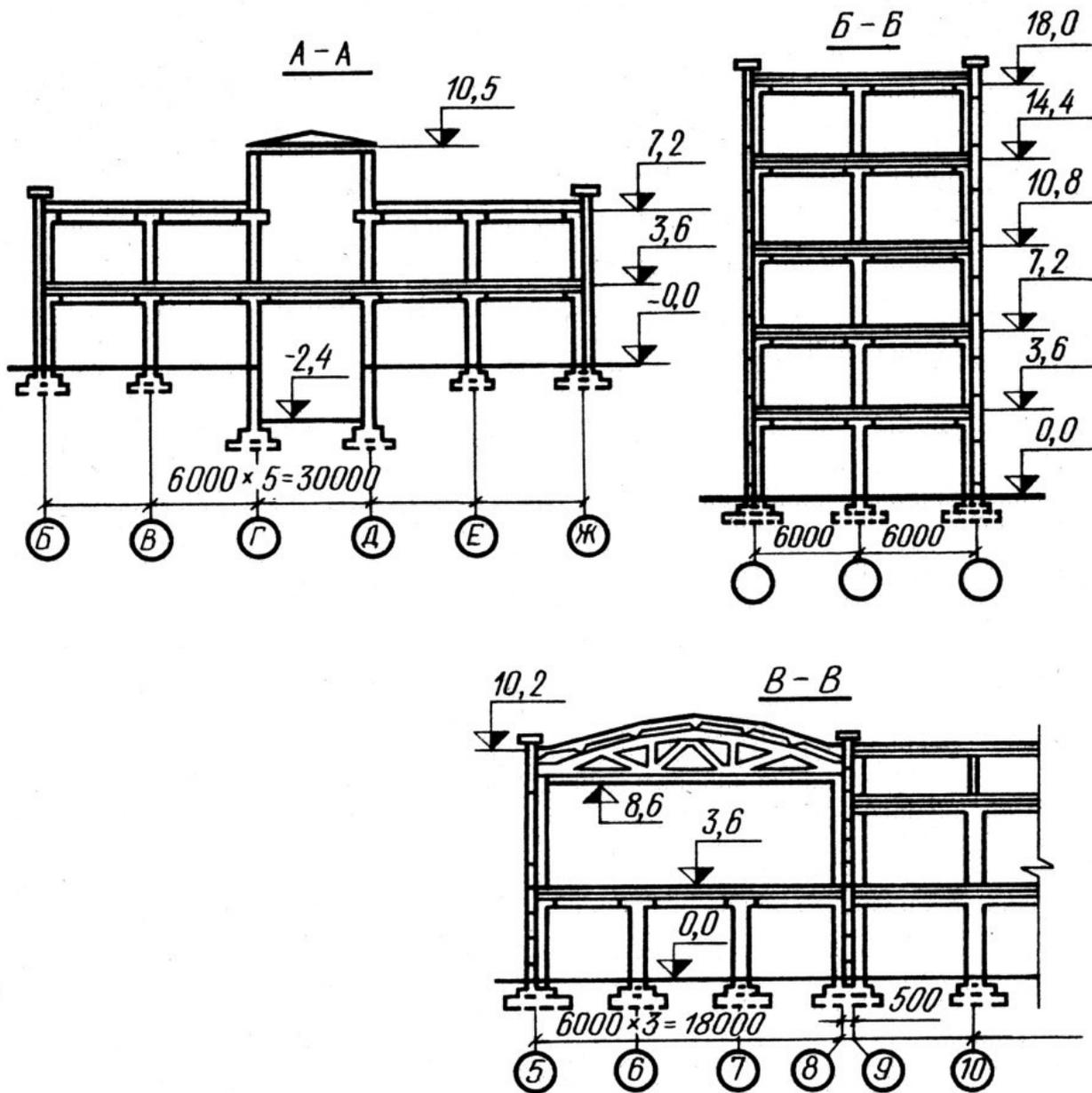


Рис. 4.13. Объемно-планировочное решение (разрезы) административно-бытового комбината

Остальные этажи административного корпуса предназначены для размещения различного рода административных и технических отделов, диспетчерских служб, АТС, АСУ, кабинетов общественных организаций и т. д.

Глава 5. ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

5.1. Бункера

Бункерами называется саморазгружающиеся ёмкости для сыпучих материалов (полезного ископаемого, породной массы, продуктов их переработки, кладочных строительных материалов и т. д.). Высота бункеров в отличие от *силосов* проектируется не более полуторного минимального размера их в плане. Бункер является универсальным приспособлением для перегрузки материалов с

одного вида транспорта на другой, а также наиболее совершенным типом склада с полной механизацией погрузочно-разгрузочных работ и бестарным хранением материалов. По виду хранимого материала бункера в горной промышленности подразделяются на породные и угольные (рудные). По функциональному назначению бункера всей технологической цепочки делятся на приёмные, аккумулирующие, погрузочные. Приёмные бункера служат для разгрузки транспортных средств. Они могут располагаться в надшахтном здании (приём из скипов или вагонеток), на дробильной или обогатительной фабрике (приём руды, доставляемой автосамосвалами или железнодорожными вагонами). Вместимость и размеры их сравнительно невелики: они соизмеримы по объёму и отдельным размерам с самими транспортными средствами, а их вместимость ограничивается обычно десятками м³. Но крупность загружаемых кусков бывает большой – 1–1,5 м, и это должно учитываться при проектировании. Аккумулирующие бункера служат для обеспечения стабильной работы последовательной цепи технологических процессов при сочетании звена периодического действия (до бункера) со звеном непрерывного действия (после бункера). Примером могут служить аккумулирующие бункера обогатительных фабрик, предназначенные для создания полуторасуточного запаса руды для непрерывной, в течение недели, работы мельниц, поскольку рудник работает с выходным днем и на 36 ч прекращает подачу руды. Вместимость таких бункеров достигает десятков тысяч м³. Кроме того, в их функцию входит равномерная дозированная подача руды на каждую мельницу. На углеобогатительных фабриках, помимо аккумулирующих, проектируются обезвоживающие бункера, в которых происходит осушение угля, подвергнутого мокрому обогащению. Погрузочные бункера предназначены для быстрой загрузки транспортных средств, например железнодорожных вагонов. Вместимость погрузочных бункеров от десятков до тысяч м³. В качестве примера на рис. 5.1 показан поперечный разрез погрузочного бункера. Основными элементами данного типа сооружения являются: собственно бункер, или ёмкостная часть *A*, надбункерная галерея *B*, подбункерное помещение *B*, опоры. Ёмкостная часть бункеров состоит из отдельных ячеек, днища (воронки) которых приспособлены для выпуска заполнителя.

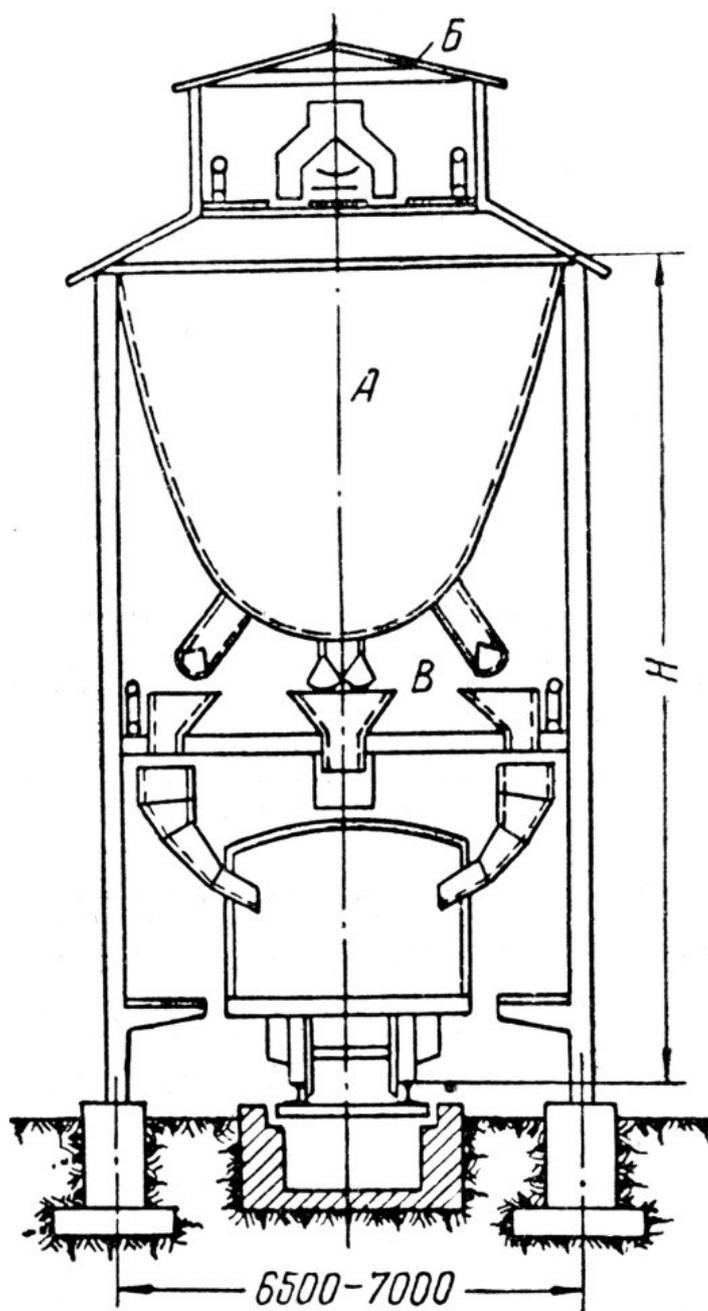


Рис. 5.1. Погрузочный бункер

Ячейки бункеров в настоящее время, как правило, проектируются: – призматической формы – с вертикальными стенками и пирамидальной воронкой – пирамидально-призматические; – с общей ёмкостью призматической формы и несколькими выпускными воронками – ящичные; – цилиндрической формы с конической воронкой – конусоцилиндрические, а при больших диаметрах ячеек – с плоским дном и выпускными воронками (при высоте ёмкости более полуторного её диаметра) – силосы; – с дном гибкой конструкции параболического очертания – гибкие (параболические). Простейшей формой ячейки является прямоугольная с вертикальными стенками и плоским дном (рис. 5.2, а). Такая форма целесообразна при большом количестве выпускных отверстий. Для улучшения выпуска угля на днищах ячеек устраиваются рассекатели из тощего бетона. С расчетно-конструктивной стороны ячейка отличается простотой. Такая форма возможна в железобетонных бункерах при

портальной загрузке вагонов, т. е. когда состав заходит непосредственно под бункер.

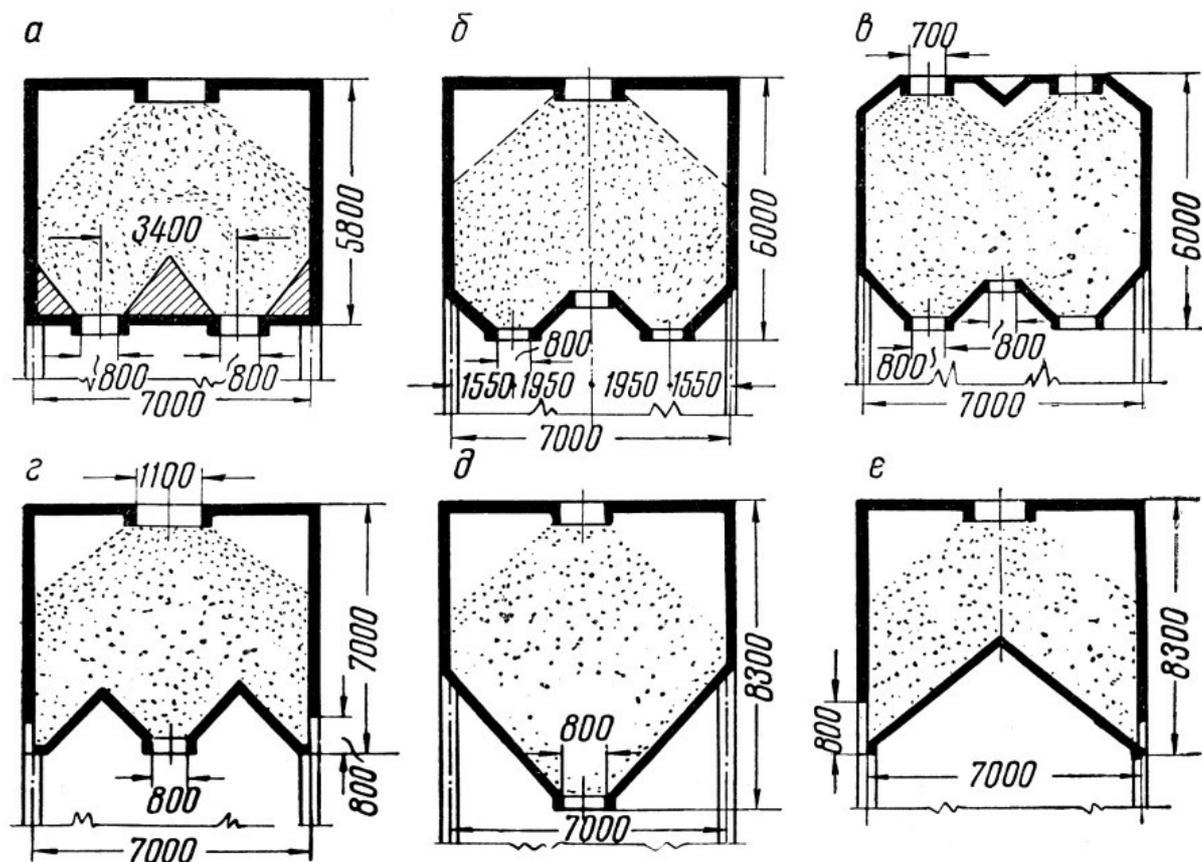


Рис. 5.2. Схемы ячеек бункера

В железобетонных бункерах имеет распространение форма ячейки с вертикальными стенками и ребристым (полигональным) дном. Преимуществом бункеров с полигональным дном является возможность загрузки закрытых и открытых вагонов. На рис. 5.2, б изображена схема бункера с полигональным дном с неполным использованием емкости. Бункер рассчитан на погрузку закрытых вагонов из боковых люков и открытых — из центрального. Как видно из рисунка, в верхних углах ячейки часть пространства остается неиспользованной. На рис. 5.2, в изображена схема бункера с полным использованием емкости ячейки. С точки зрения расхода стройматериалов на 1 м³ емкости бункера эта схема выгоднее изображенной на рис. 5.2, б. Углы наклона граней дна к горизонту обуславливаются трением полезного ископаемого о материал дна и принимаются на 5-7° больше угла трения угля или руды. Недостатком бункеров с полигональным дном является то, что бункер не может быть полностью разгружен в открытые вагоны, так как боковые люки приспособлены к погрузке закрытых вагонов, если ими не пользоваться, большая часть ископаемого останется в бункере. Схема бункера с дном полигональной формы иного вида показана на рис. 5.2, г. В этом случае обеспечивается погрузка вагонов, установленных по обеим сторонам бункера, через люки в стенках, а вагонов, входящих в портал, через центральные люки. Широкое применение имеют бункеры с трапецидальным дном (рис. 5.2, д) и реже — треугольным (рис. 5.2, е). Бункеры с трапецидальным дном рассчитаны на загрузку вагонов из портала,

погрузочные люки их вырезаются в центре горизонтальной части днища и в боковых плитах. Бункеры с треугольным днищем рассчитаны на боковую загрузку вагонов. Оба вида бункеров с успехом могут быть выполнены из дерева, стали или железобетона. На Украине получили распространение стальные бункеры с параболическим днищем (рис. 5.1). Такая форма емкостной части обеспечивает наиболее рациональное использование прочности стали, так как последняя работает на растяжение. Бункер предназначен для загрузки открытых и закрытых вагонов в портале. В том случае, когда необходимо осуществить выгрузку ископаемого из бункера через один желоб, днище выполняется в виде усеченной пирамиды или усеченного конуса. Если материал заполнения обладает абразивными свойствами, стенки и особенно днище должны быть защищены *футеровкой* из стальных брусков, рельсов или специальных каменных материалов. В днищах бункеров, предназначенных для хранения мокрых руд или углей, предусматривают устройства для стока воды. В бункерах с наклонными днищами устанавливают затворы с водоотбором; плоским днищам придают некоторый уклон от люков к стенкам, в которых устраивают небольшие отверстия для стока, защищенные от засорения фильтрами. Вместимость погрузочных бункеров на угольной шахте должна быть такой, чтобы вся добыча за период времени между подачами составов размещалась в бункерах. При этом предусматривается резерв в 20–30% на случай опоздания подачи порожняка, а также некоторый резерв на неравномерность выдачи угля из шахты. Длительные задержки в подаче составов требуют значительно большей вместимости бункеров или же устройства угольных складов. На рис. 5.3 показана габаритная технологическая схема погрузочного породного бункера вместимостью 2400 т. Здание состоит из помещений для размещения технологического оборудования, помещений вспомогательных служб и бытовых помещений. Основное технологическое оборудование: питатель качающийся КЛ–10 – 8 шт; конвейер ленточный передвижной резервный с шириной ленты 1400 мм; бункера 169 вместимостью 2400 т – 8 ячеек. Здание имеет размеры в плане 12х30 м, 2 пролета по 6 м с шагом несущих стен 6 м, 5 этажей с высотой 4, 8 и 12 м.

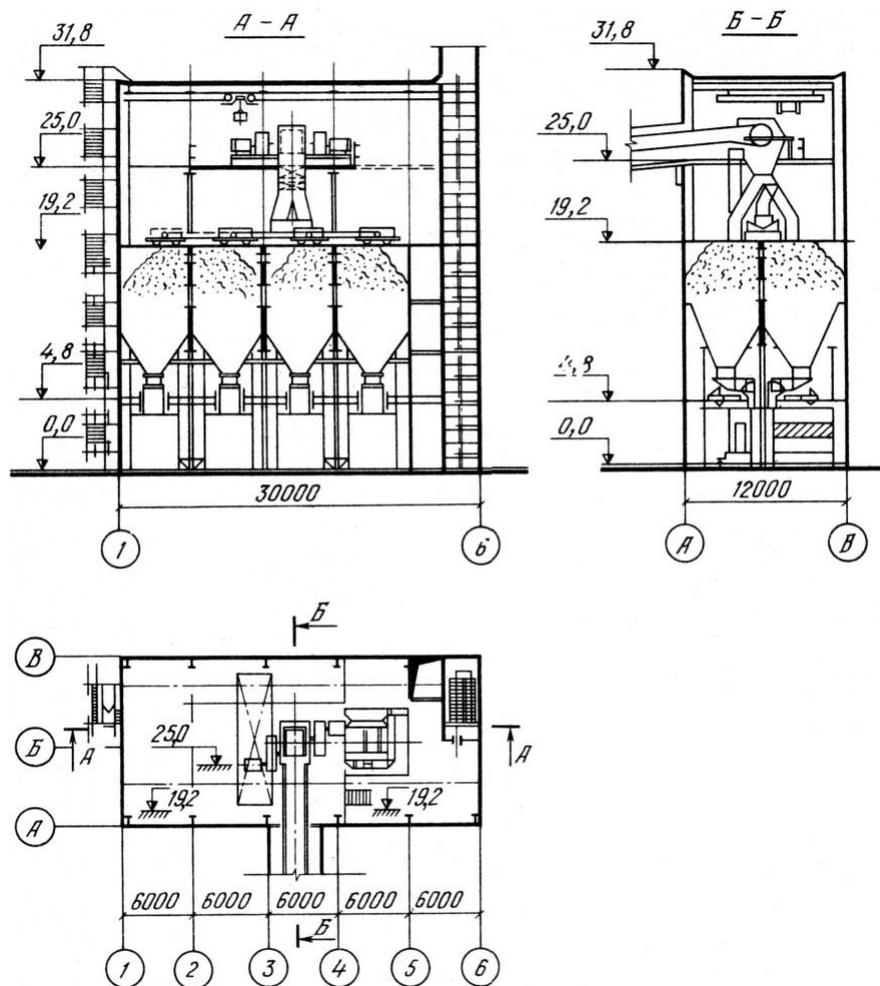


Рис. 5.3. Габаритная технологическая схема унифицированного погрузочного породного бункера

Надбункерная галерея служит для размещения транспортного и загрузочного оборудования. Ее планировочное и конструктивное решение определяется характером загрузки: путем опрокидывания над загрузочным отверстием железнодорожных вагонов или вагонеток, с помощью конвейера, грейферными кранами или скипами. При проектировании угольных бункеров надбункерные галереи обычно оборудуются ленточными или скребковыми конвейерами. Иногда в галерее производится рассев угля по сортам, для чего устанавливают грохоты. Размеры галерей определяются исходя из размеров оборудования с учетом необходимых зазоров. Между стенами и конвейерами должны быть проходы не менее 700 мм. В галереях большой протяженности для удобства обслуживания предусматривают иногда переходные мостики через конвейер. Надбункерные галереи проектируют, как правило, с утепленными ограждающими конструкциями и обогревом.

Опорная часть бункеров выполняется преимущественно в виде колонн и реже – сплошных стенок. В железобетонных бункерах колонны жестко связываются продольными, поперечными стенками и днищем в единую систему, поэтому опорная часть представляет собой многопролетные рамы, связанные ригелем-стенкой. В металлических бункерах колонны имеют, как правило, составное сечение и связываются раскосами и ригелем в плоские фермы имеющие

продольное направление. В поперечном разрезе колонны связываются также фермами, если погрузка вагонов наружная (боковая); при центральной погрузке опоры связываются как рамы. Фундаменты зависят от конструкции опор и грунтов. Под одиночные колонны устраиваются железобетонные ступенчатые фундаменты и только в случае крайней необходимости – ленточные. В армокаменных бункерах под сплошные стенки фундаменты должны быть ленточные. Для открытия и закрытия люков, установки желобов в нужном положении и наблюдения за процессом погрузки устраиваются специальные *площадки обслуживания*. Обычно устраивается две площадки: одна на высоте 2 – 2,5 м над уровнем головки рельсов, другая – выше, на уровне выпускных люков. Нижняя площадка служит для наблюдения за ходом загрузки вагонов, а также для заводки желобов в закрытые вагоны. С верхней площадки обслуживаются выпускные люки бункеров – открываются затворы, ликвидируется заклинивание в выпускных люках и пр., а также осуществляется установка желобов при погрузке открытых вагонов. Сообщение с площадками осуществляется при помощи лестниц. Для взвешивания груженых вагонов устраиваются *подвагонные весы*. Фундаменты весов не должны быть связаны с фундаментами бункеров. В зависимости от компоновки бункеров и схемы загрузки состава на шахте можно ограничиться одними весами или приходится иметь их несколько. Первый случай характерен для шахт, отгружающих один сорт полезного ископаемого, второй — когда отгружается несколько сортов. Весы должны быть установлены под дозирующим бункером, под который подаются нагруженные в соседних ячейках вагоны с несколько меньшим весом, чем отправочный. При стоянке на весах добавляется недостающее количество угля из дозирующего бункера. *Стальные бункера* обеспечивают применение индустриальных методов строительства и, следовательно, более высокие темпы строительства, но требуют значительного расхода стали, в расчёте на единицу полезной ёмкости. Стальные бункера обычно используются в качестве приёмных и перегрузочных и проектируются двух типов: с жесткой и гибкой конструкцией ёмкостной части. *Бункер с жёсткой конструкцией ёмкостной части* имеет каркас из ребер жесткости, а в нижней пирамидальной части ребра жесткости располагаются горизонтально. Расстояние между горизонтальными ребрами принимается равным 1,5 – 2,0 м. Ребра жесткости привариваются к листам обшивки односторонними непрерывными швами или двусторонними прерывистыми швами. Обшивка ёмкости выполняется из стального листа толщиной не менее 6 мм. Опирается бункера на колонны здания или отдельно стоящие колонны производится через горизонтальные бункерные балки. В некоторых случаях, когда проектируются большие выпускные отверстия, более экономичной оказывается конструктивная схема с опиранием бункера непосредственно на лежащее ниже перекрытие подбункерного помещения. Для конструкций жестких бункеров, возводимых в районах с расчётной температурой наружного воздуха выше -30°C , следует применять сталь марки ВСт3кп2; при температуре от -30 до -40°C – сталь марки ВСт3псб; при температурах ниже -40°C – низколегированные стали. Стальные бункера с жесткой конструкцией широко используются в качестве приёмных (рис. 5.4).

Приёмным бункером принято называть бункер малой вместимости, обычно предназначенный для приёмки полезного ископаемого и породы из клетей и скипов. Бункер с гибкой конструкцией ёмкостной части проектируется без рёбер жёсткости и поэтому проще в изготовлении. Днище бункера конструируется по форме параболической (без моментной) кривой и работает только на растяжение, что обеспечивает наиболее рациональное использование прочности конструкции. Днище подвешивается к бункерным балкам, передающим вертикальную составляющую этой нагрузки на колонны, а горизонтальную – на распорные балки, которые устанавливаются в поперечном направлении между колоннами. Распорные балки являются одновременно несущими конструкциями для надбункерных галерей. Колонны для обеспечения продольной устойчивости связываются системой раскосов.

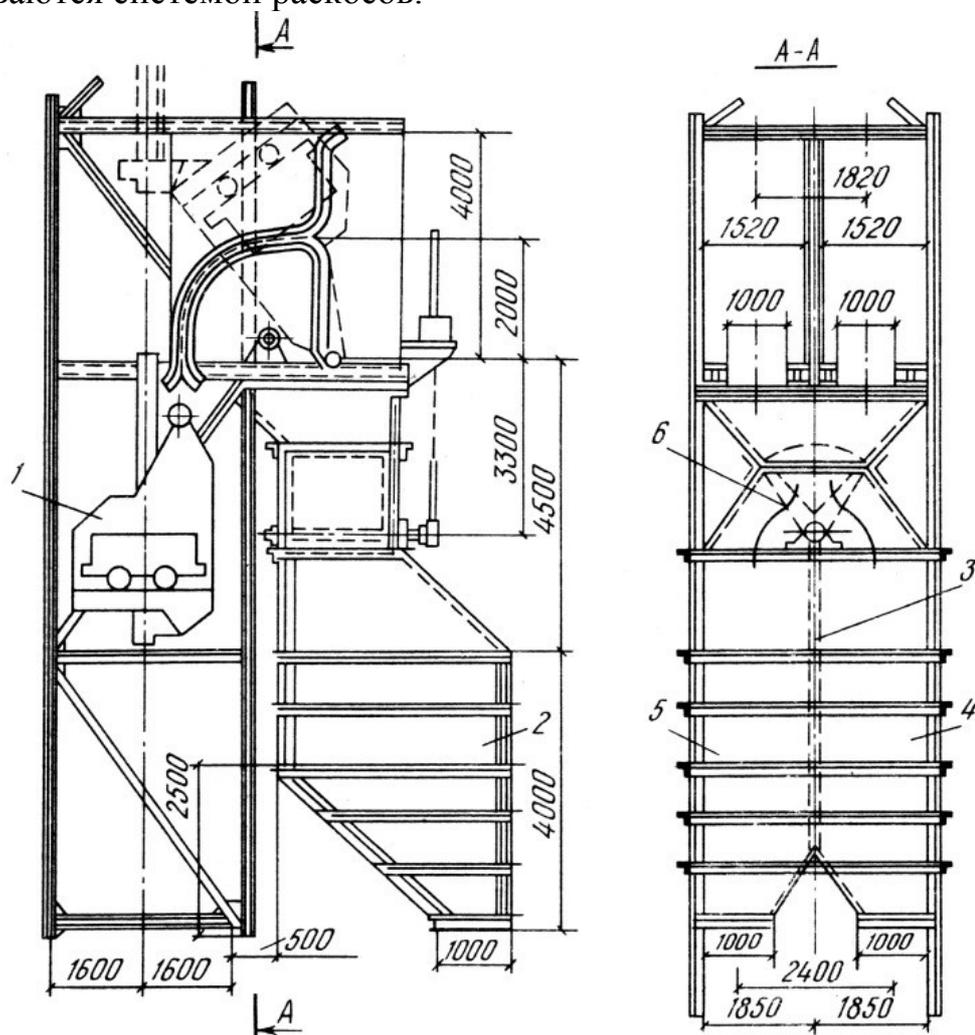


Рис.5.4. Двойной приемный стальной бункер для угля и породы: 1 – клеть; 2 – бункер; 3 – перегородка между ячейками; 4,5 – ячейки; 6 – распределительная заслонка

Стальной бункер с гибкой конструкцией ёмкостной части может быть выполнен в виде отдельных полос (подвесок) того же очертания с уложенным по ним настилом. Подвески проектируются из полосовой или круглой высокопрочной стали и крепятся непосредственно к бункерным балкам. Шаг подвесок по длине бункера принимается постоянным и равным 0,3 – 2 м. Настил, воспринимающий

давление материала между подвесками, обычно проектируется из сборных железобетонных плит и крепится к подвескам подвижными связями. *Монолитные железобетонные бункера* могут проектироваться любой формы и ёмкости. Их конструкции обладают высокой несущей способностью и долговечностью. К недостаткам следует отнести сложность и длительность строительства. Монолитный железобетон широко используется для возведения угольных бункеров, обычно с днищем в виде пирамидальной воронки. Толщина железобетонной воронки устанавливается расчётом, но не менее 15 см. Толщина наклонных стенок бункера принимается постоянной, если она не превышает 20 см. Для возведения монолитных железобетонных бункеров используется бетон класса В20, В30 и горячекатаная арматура периодического профиля класса А-III или Ат-III.

5.2. Транспортные и коммуникационные галереи

Галереи – это закрытые горизонтальные или наклонные протяженные сооружения, соединяющие два здания и предназначенные для транспортирования материалов с помощью конвейеров или вагонеток (транспортные галереи), для прохода работающих (пешеходные галереи), для прокладки трубопроводов, электрокабелей и других коммуникаций (коммуникационные галереи). Галереи широко применяются на поверхности горных предприятий и на обогатительных фабриках (рис. 5.5). Исходными данными для разработки конструкций галерей являются: – *технологическое задание*, в котором должны быть приведены все необходимые для проектирования сведения; – *генеральный план* с нанесением на нем всех надземных и подземных инженерных коммуникаций. При прокладке в транспортной галерее транзитных кабелей и трубопроводов должны соблюдаться нормы проектирования на все коммуникации, проходящие по галерее. В зависимости от принятых объемно-планировочных и конструктивных решений, а также от условий эксплуатации галереи могут проектироваться различных типов, отличающихся между собой по следующим признакам:

а) *по материалу основных несущих конструкций пролетных строений*: стальные, железобетонные, деревянные;

б) *по конструктивным решениям несущих конструкций пролетного строения с применением*: плит, балок, ферм, пространственных конструкций замкнутого профиля;

в) *по расположению транспортеров относительно пролетных строений*: по низу пролетных строений; по верху пролетных строений;

г) *по конструктивным решениям ограждающих конструкций*: с наносными стенами, располагаемыми с внутренней или с наружной стороны пролетного строения; с самонесущими ограждающими конструкциями;

д) *по температурному режиму*: отапливаемые, неотапливаемые;

е) *по способу уборки пыли и просыпи внутри галереи*: с гидроуборкой, без гидроуборки (в том числе с пневмоуборкой).

Выбор тех или иных решений при проектировании галерей должен производиться на основании действующих нормативных документов с учетом

класса сооружений, технологических требований, санитарных и противопожарных требований, технико-экономических обоснований, требований унификации и использования типовых конструкций. Выбор материалов следует производить в соответствии с техническими правилами по экономному расходованию основных строительных материалов.

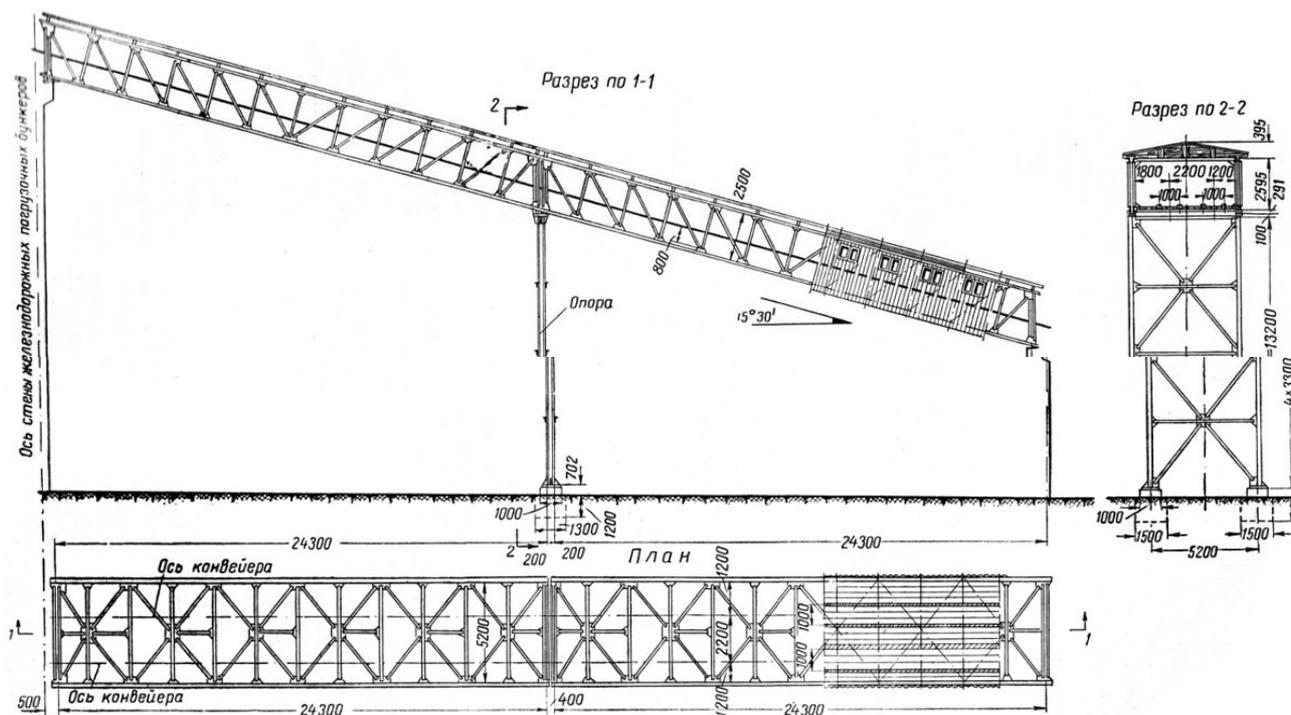


Рис. 5.5. Стальная галерея с пролетной частью из ферм с параллельными поясами

Размеры транспортерных галерей должны приниматься в соответствии с требованиями технологии. В соответствии с действующим стандартом ширина проходов для обслуживания транспортеров должна быть не менее: – 0,7 м — для транспортера, обслуживаемого с одной стороны; – 1,0 м — между параллельно установленными транспортерами. Ширина проходов для ремонта и монтажа транспортеров должна быть не менее 0,4 м. Высота проходов в свету должна быть не менее 1,8 м. Ширина конвейерной ленты изменяется от 600 до 2000 мм. Ширина пешеходной галереи рассчитывается, исходя из наиболее многочисленной смены: не менее 1,5 м при численности проходящих до 400 чел. и дополнительно по 0,5 м на каждые 200 чел. сверх указанного числа. При проектировании галереи следует, как правило, применять габаритные схемы и типовые проекты галерей, разработанные с учетом использования типовых унифицированных конструкций и изделий (рис. 5.6). Наибольшее распространение в наземном технологическом комплексе шахты и обогатительных фабрик нашли галереи с пролётными несущими конструкциями в виде ферм. Фермы пролетного строения состоят из панелей. Стержни, ограничивающие контур фермы сверху, образуют в совокупности верхний пояс, снизу – нижний пояс. Внутренние стержни образуют решетку, вертикальные стержни которой называются стойками, наклонные – раскосами. Расстояние между соседними узлами пояса называется длиной панели. По очертанию поясов различают фермы с параллельными поясами, с

криволинейными поясами, одним или обоими и треугольные фермы. В фермах с криволинейными поясами только узлы лежат на какой-либо кривой, сами же стержни прямые. По системе решетки фермы называются раскосными, если раскосы чередуются со стойками, с треугольной решеткой, полураскосными, многораскосными и многорешетчатыми. Наибольшее распространение имеют раскосные фермы с треугольным, параболическим и параллельным очертанием поясов. Ферма с треугольным очертанием поясов имеет неравномерное распределение усилий в поясах фермы, увеличивающихся к опорам. Величина усилий в поясах имеет наибольшее значение. Сжатые раскосы имеют наибольшую длину и поэтому обладают меньшей устойчивостью и жесткостью, что приводит к увеличению поперечного сечения. По сравнению с остальными, ферма является наиболее тяжелой по весу и сложной в конструктивном отношении. Ферма с параболическим очертанием верхнего пояса обладает большими преимуществами по сравнению с остальными. Узлы верхнего пояса расположены по кривой квадратной параболы, благодаря чему усилия в поясах почти одинаковы, раскосы не работают, а стойки растянуты, причём усилия в них равны между собой. При этих условиях вес фермы получается наименьшим. Недостаток у таких ферм – необходимость устраивать стык в каждом узле верхнего пояса.

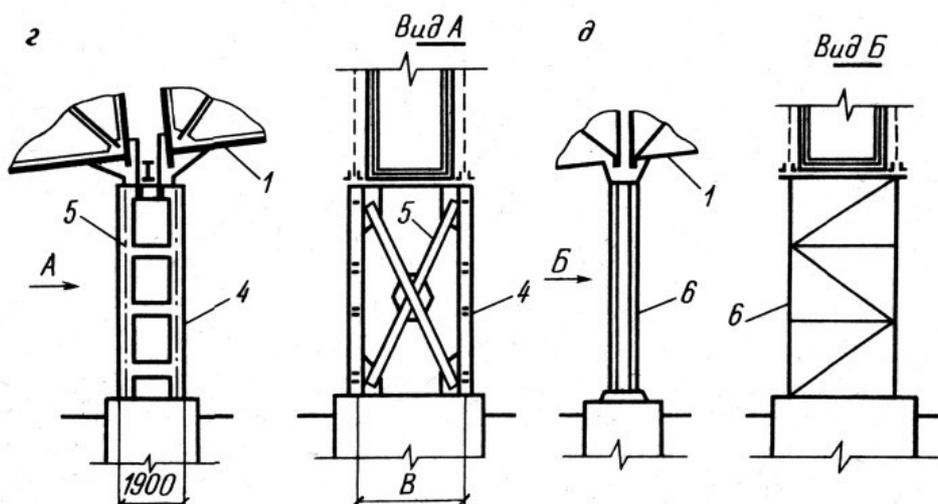
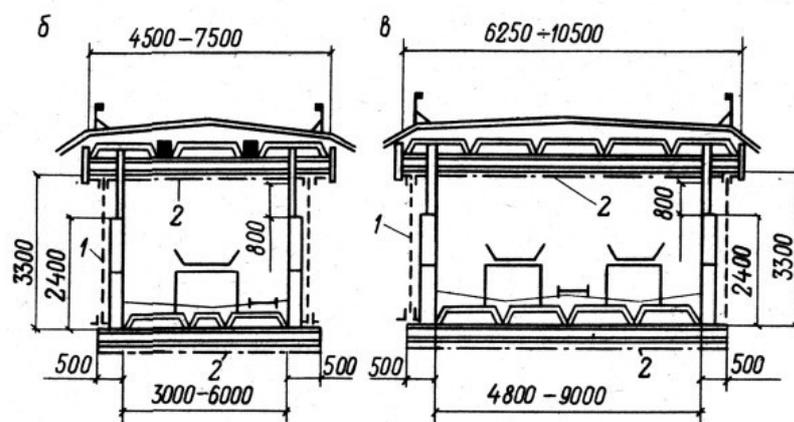
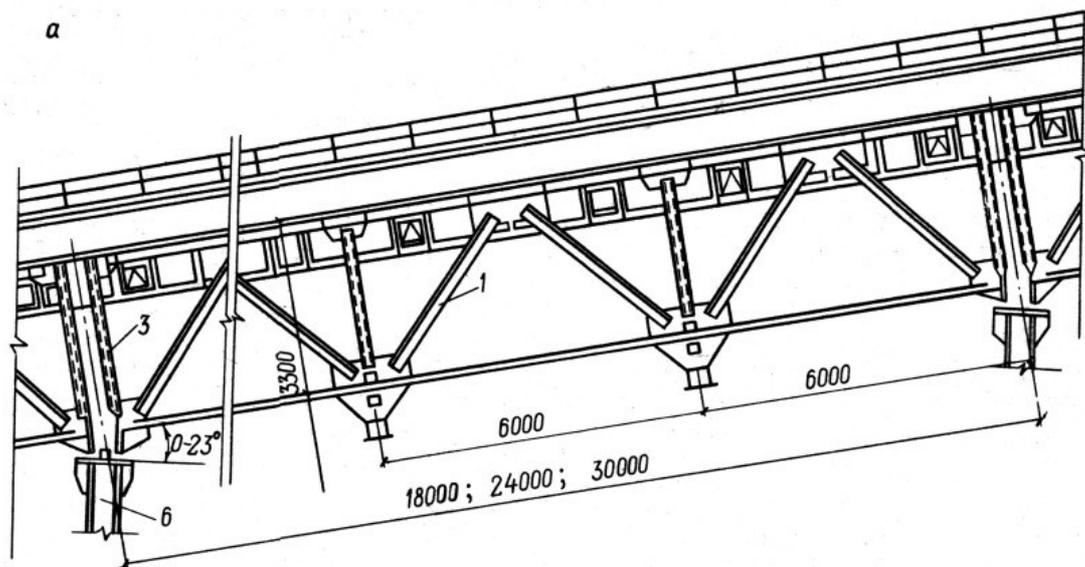


Рис.5.6. Типовые отапливаемые транспортные галереи: *а* – пролетное строение; *б, в* – габаритные схемы галерей на один и два конвейера соответственно; *г* – пространственная анкерная опора; *д* – плоская промежуточная опора

Ферма с параллельными поясами имеет неравномерное распределение усилий в стержнях верхнего пояса. Это вызывает необходимость изменения сечения поясов и устройства в них стыков. Решётка получается более мощной. По

сравнению с другими этот тип ферм имеет наибольшую общую длину стержней, но вследствие незначительных усилий в них ферма занимает среднее место по величине собственного веса и поэтому нашла значительное распространение в практике. Ферма даёт возможность типизации её узлов и стандартизации элементов. В этой связи ферма применяется для универсальных конвейерных галерей, собранных из панелей длиной 6 м. При этом пролётное строение галереи составлено фермами с повторяющимися секциями. Окончательный выбор того или иного типа фермы производится на основании технико-экономических сравнений. Фермы пролётно-го строения с параллельными поясами служат одновременно в закрытых галереях каркасом наружных стен, а в открытых – ограждением. Решётку ферм проектируют с нисходящими к середине раскосами, что обеспечивает работу более длинных элементов (раскосов) на растяжение и более коротких (стоек) – на сжатие. Раскосы в крайних панелях фермы рекомендуется делать восходящими, т. е. работающими на сжатие. В этом случае упрощается узел и равномернее распределяются усилия. Фермы изготавливают, как правило, сварными за исключением монтажных стыков. Стальные опоры галерей подразделяются на шарнирные (плоские), состоящие из ветвей опор и пространственных связей между ветвями, а также на неподвижные (анкерные), состоящие из двух плоских опор и связи между ними. Ветви опор должны располагаться по оси ферм пролётно-го строения. Сечение опор ветвей принимается двутавровым, пространственных связей (решетки) из неравнобоких уголков при ширине галереи до 5,5 м или прокатных швеллеров при ширине более 5,6 м. Углы наклона раскосов – 40 – 50°. Горизонтальные галереи, располагаемые не выше 10 – 12 м, имеют, как правило, плоские опоры. Опоры анкерного типа проектируют для высоких галерей и вообще во всех случаях, когда требуются опоры с большой жесткостью. Объемно-планировочные решения галерей зависят от длины их пролетов и размеров поперечного сечения. Шахтная поверхность иногда не даёт возможность вести галерею с равными пролетами. В этом случае пролёты делаются разными. Однопролётными проектируются галереи, если расстояние между зданиями не превышает 36 м и если конструкция зданий предусматривает возможность восприятия нагрузок от ферм галереи. Поперечные размеры галереи определяются требованиями технологии (рис. 5.7). При этом учитываются размеры ограждающих и несущих конструкций. Все размеры округляются в соответствии с требованиями модульной системы. В этой связи ширина галереи в свету должна быть кратной 600 мм.

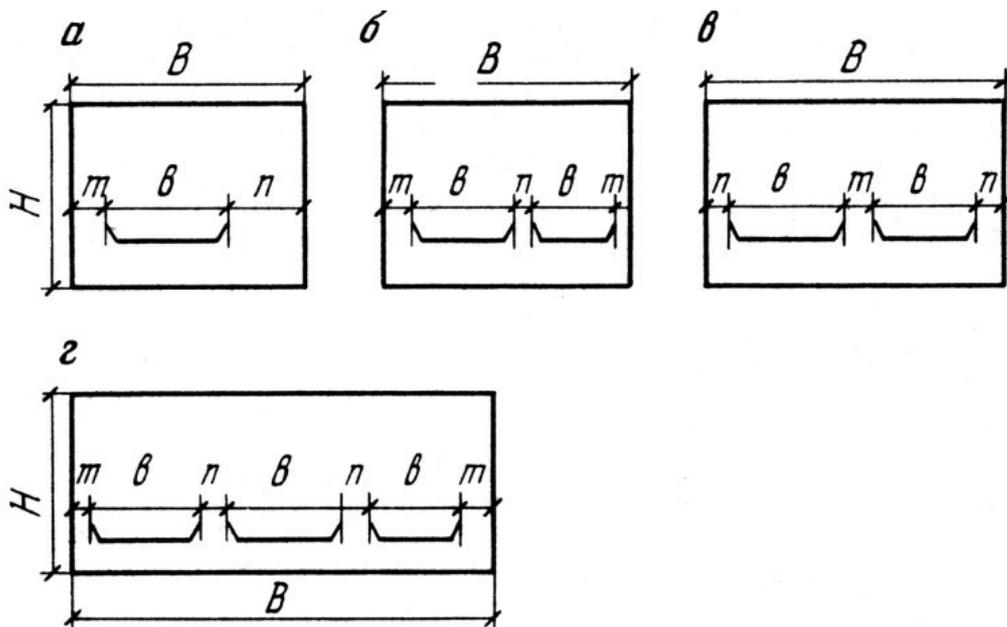


Рис. 5.7. Схемы определения поперечных размеров конвейерных галерей на 1 – 3 конвейера

Перспективные проектные разработки галерей направлены на применение современных видов легких ограждающих конструкций. К таким проектным решениям относятся унифицированные габаритные схемы наземных галерей для одно- трёхленточных конвейеров. В данном конструктивном решении пролётное строение, в зависимости от воспринимаемых нагрузок, запроектировано в виде стальных ферм из одиночных либо парных уголков, перекрытие – сборное железобетонное, стеновое ограждение – трёхслойное металлическое из панелей типа "сэндвич" или металлических стен послойной сборки с эффективным утеплителем. Аналогичным образом решено покрытие унифицированных галерей. При расчете галерей учитывают атмосферные воздействия (ветровые, снеговые нагрузки), перепад температур, нагрузки от собственного веса конструкций пролётного строения, опор и людей, вес подвижного состава или транспортёров вместе с полезным грузом, массу просыпки, массу ремонтных материалов и т. д. Наряду с этими нагрузками для конвейерных галерей учитываются продольные нагрузки от ленточных транспортёров, нагрузки от отложения производственной пыли, аварийные нагрузки от заклинивания и обрыва ленты транспортёра, а также динамические нагрузки от оборудования.

5.3. Склады полезного ископаемого

Склады предназначаются для накопления и хранения полезного ископаемого в периоды, когда по каким-либо причинам выданное на поверхность и иногда переработанное (например, обогащенное) ископаемое не может быть отправлено потребителям или на дальнейшую переработку. Если количество накапливаемого ископаемого не превышает суточной добычи шахты, то его хранят в погрузочных бункерах. По своему назначению различают регулировочные, аварийные и раздаточные склады. *Регулировочные склады* предназначены для накопления ископаемого на заранее известное время, зависящее от режима работы шахты или

карьера, транспорта и потребителя. Емкость этих складов обычно не превышает 10 – 15–суточной добычи. Однако для длительного хранения, например, неходовых сортов ископаемого емкость регулировочных складов может достигать до размеров добычи за несколько месяцев. *Аварийные склады* служат для накопления ископаемого в периоды, когда по каким-либо аварийным причинам прекращается отправка ископаемого с шахты. Емкость этих складов не ограничивается. *Раздаточные склады* обеспечивают хранение и раздачу полезного ископаемого различным потребителям, например, для распределения угля многочисленным потребителям города и т. п. Склады могут быть оборудованы передвижными погрузочными машинами, экскаваторами, самоходными или стационарными стреловыми кранами и скреперными установками. На предприятиях угольной промышленности, благодаря простоте и дешевизне оборудования, а также удовлетворительным эксплуатационным качествам, широкое распространение получили *скреперные угольные склады в сочетании с погрузочными бункерами*. Принципиальная схема такого склада показана на рис. 5.8. Склад находится под открытым небом на грунтовой площадке. Уголь от надшахтного здания по конвейеру 5 попадает в надбункерную галерею, где конвейером распределяется по ячейкам погрузочного бункера 4. Через выпускные люки 3 уголь из бункера грузится в железнодорожные вагоны 2, которые после заполнения взвешиваются на весах, 1. При заполнении бункера уголь конвейером 6 по желобу 7 транспортируется в первичный конус 10, из которого перемещается скрепером 13 по складу 14. Для крепления блоков хвостового каната на рельсах установлена тележка 15, которая перемещается по периферии угольного склада. Механическая часть склада включает также скрепер 13, пилон 9 с направляющими роликами и лебедку 16. Уголь со склада подают в следующем порядке: скрепером перемещается уголь к решетке, перекрывающей 190-й шей яму-бункер 11, из бункера питателем 12 уголь загружается в ковши элеватора 8, который поднимает уголь в надбункерную галерею.

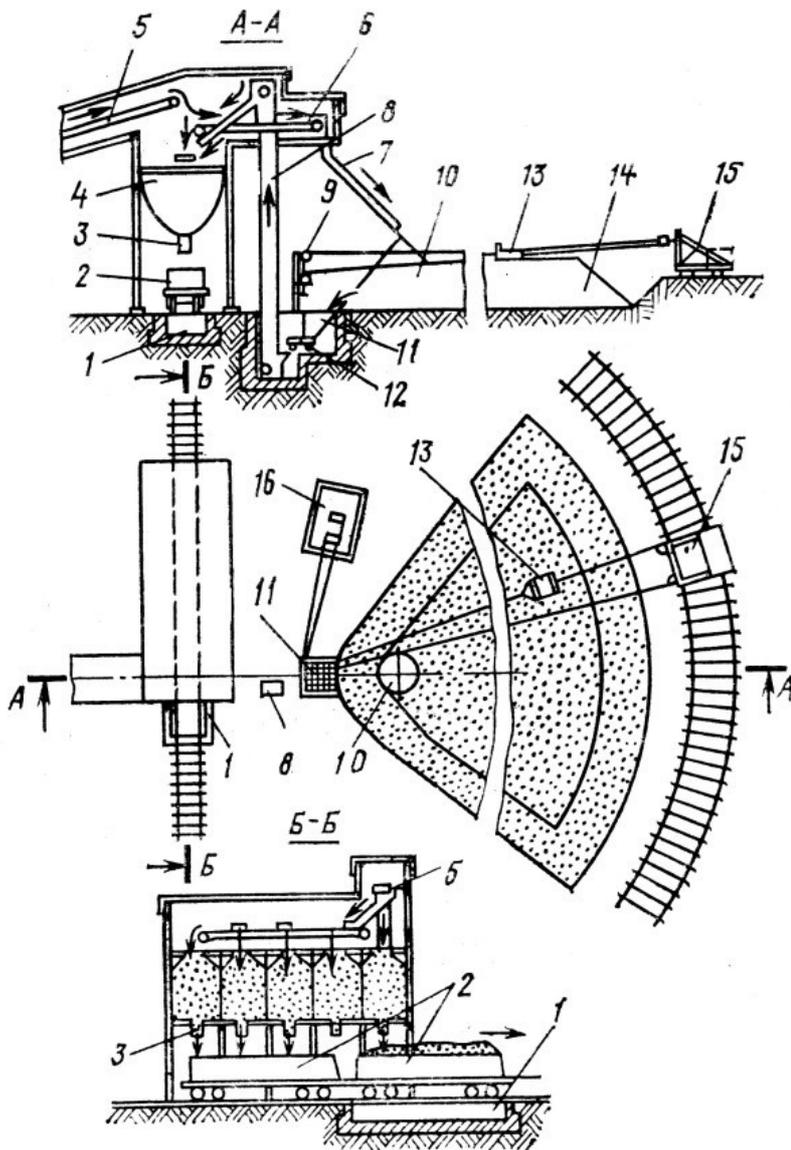


Рис. 5.8 . Схема угольного склада скреперного типа в сочетании с погрузочными бункерами

По статистическим данным две трети складов, оборудованных скреперами или бульдозерами, имеют производительность от 60 до 250 т/ч. В настоящее время в проекты новых и реконструируемых горных предприятий закладываются такие технологические схемы погрузочно-складских устройств, которые обеспечивают производительность погрузки 1000 – 3000 т/ч. Склады проектируются как открытые по типу скреперных, так и закрытые, силосного типа. На рис. 5.9, а показан открытый склад угля вместимостью 10 тыс. м³, располагающийся непосредственно над приемными воронками, оборудованными питателями. Производительность погрузки угля со склада определяется производительностью питателей. Такие склады запроектированы на 10 и 20 тыс. м³ угля.

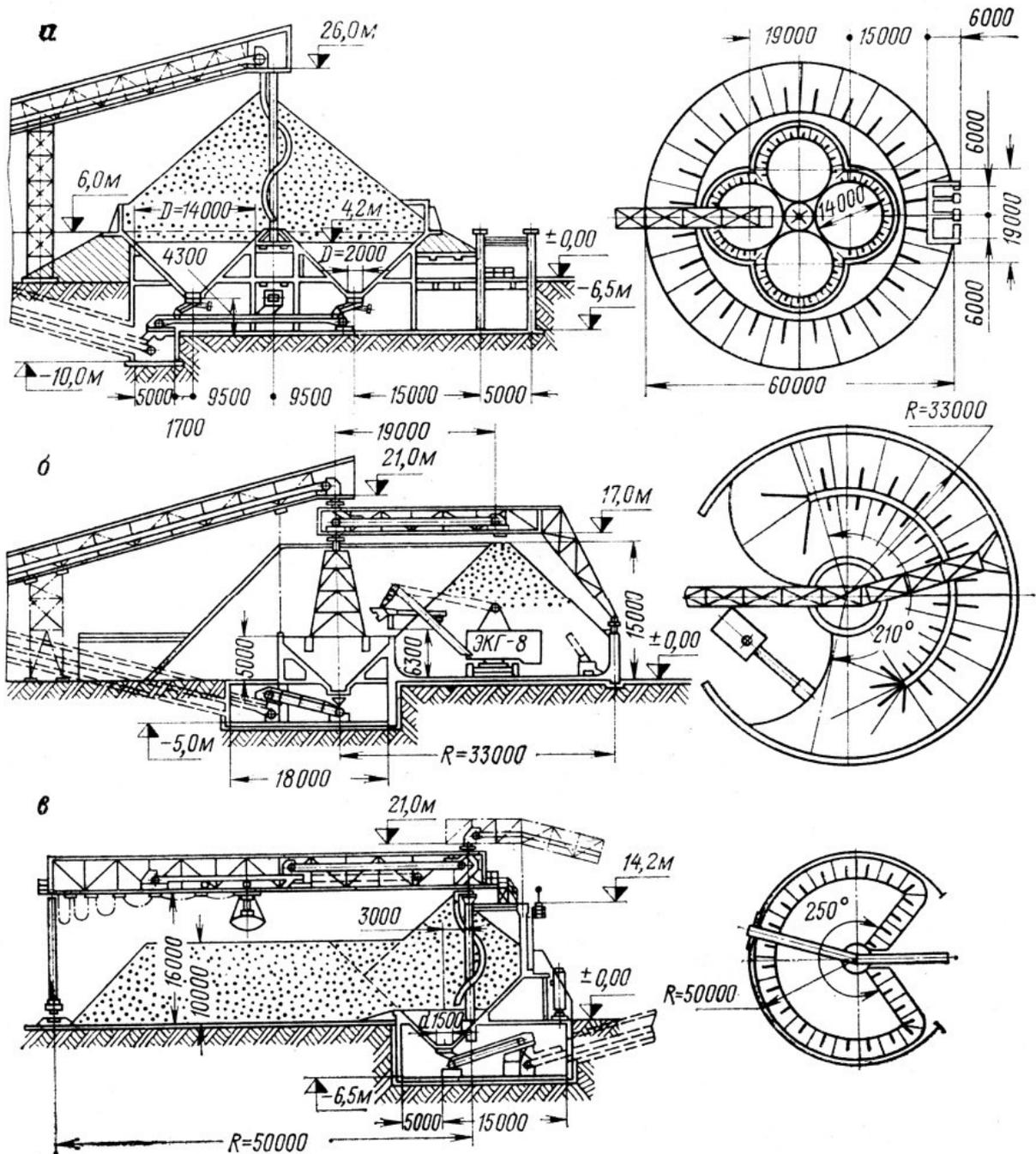


Рис. 5.9. Схемы открытых угольных складов

На рис. 5.9, б показана схема открытого склада угля вместимостью 25 тыс. м³. Загрузка склада производится с конвейера посредством поворотной фермы, на которой установлен конвейер. Для загрузки угля в воронку склада под питатель используются экскаваторы. Вместимость складов запроектирована от 15 до 320 тыс. м³ угля. Третий вид склада (рис. 5.9, в) представляет собой сочетание аккумулятора вместимостью до 3000 м³, расположенного над ямой с питателем, и открытого склада вместимостью 50 тыс. м³, оборудованного эстакадой, катучей опорой и грейферным погрузчиком. Промежуточное положение между бункерами и угольными складами занимают *полубункерные склады*. Полубункера отличаются от бункеров тем, что запас ископаемых в них хранится в штабелях, расположенных на уровне или ниже уровня земли, с конусообразным или траншейным основанием.

Погрузку ископаемого из полубункера в подвижной состав транспорта производят обычно конвейерами. Полубункера имеют много разновидностей, отличающихся друг от друга по конструкции, способу загрузки и разгрузки, по строительным материалам и назначению. По конструкции полубункера разделяются на два основных типа: *конусные* и *траншейные*. Основное технологическое отличие *конусных полубункеров* от траншейных заключается в том, что выгрузка угля производится в одной точке, вследствие чего масса отсыпанного в полубункер угля лежит в форме конуса. В траншейных полубункерах разгрузка углехранилища производится по всей длине траншеи и масса отсыпанного в полубункер угля лежит в форме трехгранной или четырехгранной призмы. Погрузка угля при помощи конусных полубункеров представлена схемой, приведенной на рис. 5.10.

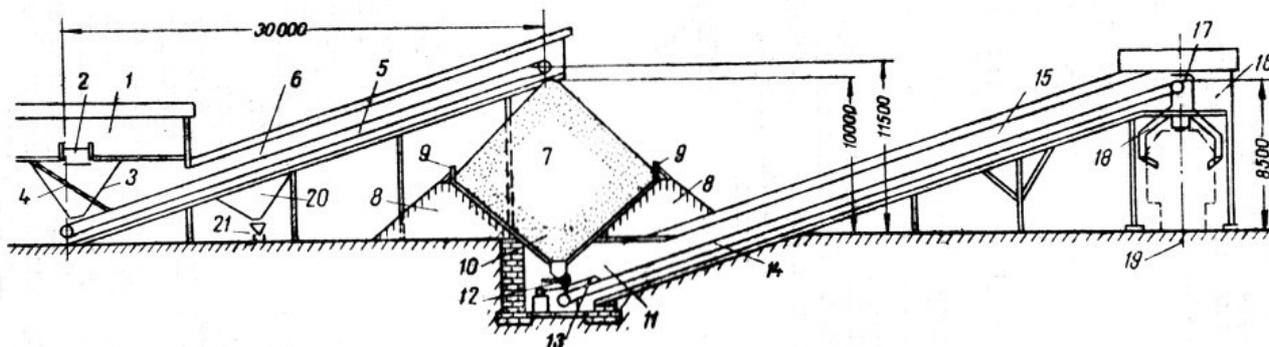


Рис. 5.10. Конусный полубункер с четырехскатным днищем: 1 – надшахтное здание; 2 – опрокидыватель; 3 – приемный бункер; 4 – колосниковая решетка; 5 – конвейер; 6 – наклонная галерея конвейера; 7 – полубункер; 8 – земляные откосы; 9 – деревянная стенка ограждения; 10 – загрузочная яма; 11 – загрузочная камера; 12 – секторный затвор; 13 – направляющий желоб; 14 – погрузочный конвейер; 15 – наклонная галерея погрузочного конвейера; 16 – погрузочная вышка; 17 – приемный желоб; 18 – комбинированный погрузочный желоб; 19 – ось погрузочного железнодорожного пути; 20 – бункер для породы; 21 – вагонетка для откатки породы в отвал

Когда поданы под погрузку железнодорожные вагоны, открывают затвор 12 выпускного отверстия, уголь поступает самотеком или при помощи питателя на ленту погрузочного конвейера 14 и с большой скоростью подается в желоб 18, по которому скатывается в вагон. *Траншейные полубункера* представляют собой длинный траншейный склад с наклонными стенками, между которыми внизу расположено днище с затворами. Под днищем устроена траншея, в которой монтируется погрузочный конвейер, переходящий в конце в наклонную часть, заканчивающуюся на поверхности погрузочным желобом. Над углехранилищем устраивается загрузочная галерея, соединенная другой галереей с надшахтным зданием. В галереях устанавливается ленточный конвейер, на который уголь подается из шахтных вагонеток через опрокидыватель и приемный бункер. Над полубункером конвейер оборудован разгрузочными устройствами — плужковыми разгрузателями или разгрузочной тележкой. На рис. 5.11 изображен траншейный полубункер емкостью 2500 т. Емкость отдельных полубункеров этого типа достигает до 8000 т.

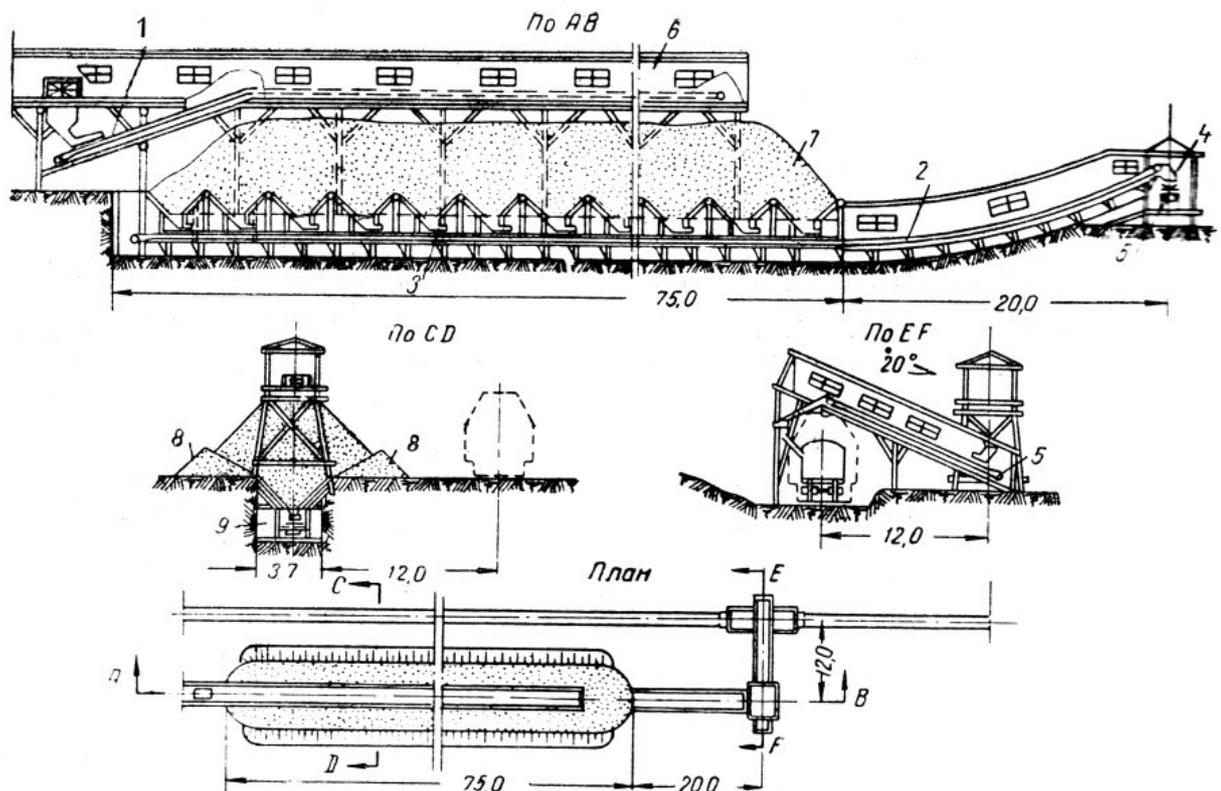


Рис. 5.11. Траншейный полубункер: 1—загрузочный конвейер; 2—траншейный конвейер; 3—разгрузочное устройство; 4—направляющий желоб; 5—погрузочный конвейер; 6—надбункерная галерея; 7—штабель угля; 8—земляная насыпь; 9—загрузочная траншея

Конвейер 1, подающий в полубункер уголь, установлен под углом 18° и имеет плоскую ленту шириною 900 мм и скоростью движения 0,3 м/сек. В траншее устанавливается траншейный 2 и погрузочный 5 конвейеры, расположенные под прямым углом друг к другу. Оба конвейера имеют ленту шириною 900 мм, причем лента траншейного конвейера движется со скоростью 2,5 м/сек, а погрузочного — 3,0 м/сек, что обеспечивает часовую производительность полубункера до 800 т/час. Опыт эксплуатации полубункеров в условиях сурового климата показывает, что угол наклона погрузочного конвейера не следует делать круче 16° . Наиболее выгодными являются высокие, но короткие траншейные полубункера, так как они, во-первых, имеют меньшую длину конвейеров — наиболее дорогую и ответственную часть полубункеров, во-вторых, дают большую удельную емкость (емкость на 1 м траншеи), в-третьих, позволяют иметь меньшее количество затворов и, в-четвертых, легче утепляются. Под угольный склад отводится участок незатопляемый наводками. Площадка планируется с уклоном для стока воды, причем с нагорной стороны территория склада ограждается канавой препятствующей доступу воды на площадку склада. Верхний слой площадки, на котором непосредственно складировается уголь должен быть плотно утрамбован с удалением растительной почвы, корней растений, торфа и пр. Во избежание загрязнения угля при хранении, рекомендуется площадку склада устраивать с глинистыми или шлако-глинистым основанием, состоящим из тщательно утрамбованного слоя в 12-15 см глины, причем при устройстве покрытия утрамбованный слой в течение 3-5 дней поливают водой. При длительном

хранении, для снижения интенсивности окисления угля и предотвращения его распыливания, применяются покрытия штабелей специальными составами (суспензия гашеной извести, битумноглинистая паста, дорожная смола, полиэтиленовая пленка и т.д.). Кроме того, для длительного хранения угля применяется метод уплотнения, в качестве уплотнителя используются катки. Для передвижения катков применяют откатные лебедки. Для предупреждения нагревания и самовозгорания угля в штабеле, при длительном хранении производят периодическую замену старого угля из штабеля углем свежей добычи, равномерное смачивание угля при его закладке в штабель 2-3%-ной водной суспензией гашеной извести. Контроль за хранением угля в штабеле осуществляется путем измерения температуры угля. Для измерения температуры применяется переносной термошуп или ртутный термометр лабораторного типа со шкалой до +150°С. Если измерение температуры угля производят с помощью термометра, в штабеле устанавливают вертикальные контрольные металлические трубы диаметром 25–50мм, нижние концы которых заделываются наглухо и заостряются, а верхние концы закрываются деревянной пробкой, привязанной к концу трубы. К пробке на шнуре подвешивается термометр, спускаемый внутрь трубы. Трубы устанавливаются по верхнему основанию штабеля в шахматном порядке на расстоянии не более 25м. Склад угля оборудуется противопожарным водопроводом в соответствии с противопожарными нормами строительного проектирования предприятий угольной промышленности.

5.4. Резервуары и отстойники

В комплекс сооружений водоснабжения входят регулирующие и запасные емкости – *резервуары* различных типов для хранения и аккумуляции воды. Резервуары, в зависимости от расположения, могут быть напорными (активными) и безнапорными (пассивными), т.е. такими, из которых вода может поступать в систему лишь путем перекачки ее насосами. Резервуары подразделяются по назначению, вертикальной привязке, конструктивным особенностям и форме. *По назначению* емкостные сооружения делятся на резервуары для хранения воды и резервуары для нефти и нефтепродуктов. В зависимости от этого они должны отвечать соответствующим требованиям по их нормальной эксплуатации. *По вертикальной привязке* резервуары проектируют подземными, полузаглубленными и наземными. *По конструктивным особенностям* они могут выполняться из сборного, монолитного и сборномонолитного железобетона. При строительстве резервуаров применяется как обычный, так и предварительно напряженный железобетон. *Форма резервуаров и габаритные размеры* определяются технологическими и технико-экономическими расчетами. Железобетонные резервуары проектируют в основном цилиндрической или призматической формы. Резервуары более сложного очертания (сферические, торовые, линзообразного сечения и др.) проектируют только в особых случаях. Форма резервуаров в плане принимается прямоугольной, круглой или овальной. В зависимости от назначения резервуары проектируют с покрытием или без него. Покрытия могут выполняться с применением пространственных, плоских и комбинированных конструкций.

Пространственные монолитные железобетонные покрытия наиболее экономичные по затрате материалов, но трудоемкие в изготовлении. Стены резервуаров могут выполняться вертикальными, наклонными или в виде оболочек. Днища проектируются в большинстве случаев плоскими. Если требуется снизить давление на стены резервуаров, днища выполняют сферической, конической или призматической формы. Одним из важных элементов в проектировании емкостных сооружений является разработка конструкций узловых соединений несущих элементов. Принятые конструктивные решения узлов сопряжения стен с покрытием и дном должны учитывать технологичность возведения сооружений и обеспечить их надежное функционирование в реальных условиях эксплуатации. Варианты конструктивных решений узлов железобетонных резервуаров приведены на рис. 5.16 и 5.17. Решение об устройстве жестких или податливых стыков стен резервуаров принимается не только по статическим, но и по эксплуатационно-технологическим соображениям.

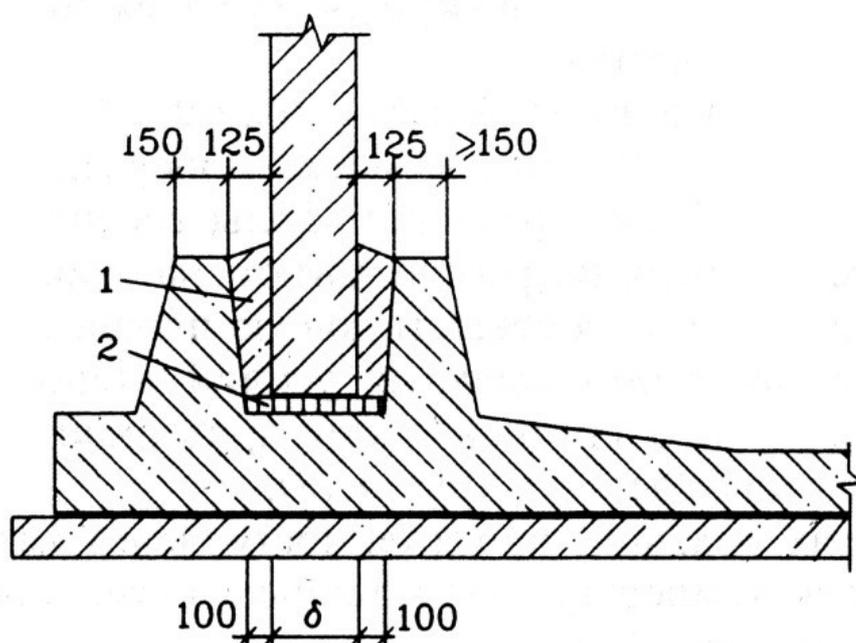


Рис. 5.16. Узел сопряжения стеновых панелей с дном: 1 – бетон замоноличивания; 2 – выравнивающий слой раствора

Стыки стен с покрытием и дном чаще проектируют шарнирноподвижными с использованием эластичных прокладок (резиновых, неопреновых и др.). Обеспечивая свободу радиальных деформаций стен резервуара, такая конструкция стыков позволяет осуществлять плотное обжатие стен по всей высоте, включая зоны, прилегающие к опорным элементам. В отечественной практике строительства большая часть инженерных сооружений выполняется с использованием типовых железобетонных конструкций и изделий массового заводского изготовления. Типизация сооружений водопровода и канализации была начата раньше других инженерных сооружений, так как емкостные сооружения хорошо поддаются унификации. Типовые железобетонные резервуары для воды емкостью от 50 до 1250 м³ были разработаны еще в 1931 году. В 1968 году институтом Союзводоканалпроект с участием НИИЖБ

разработана серия 3.900-2 "Унифицированные сборные железобетонные конструкции водопроводных и канализационных емкостных сооружений", в которой учтен опыт применения унифицированных конструктивных решений в практике проектирования и строительства типовых сооружений. Осуществленная унификация и типизация резервуаров существенно повысила эффективность их проектирования и возведения. Унификация основных параметров габаритных схем позволила создать ограниченную номенклатуру сборных конструкций емкостных сооружений. Размеры прямоугольных и круглых в плане резервуаров приняты кратными 3 м, а по высоте – 0,6 м.

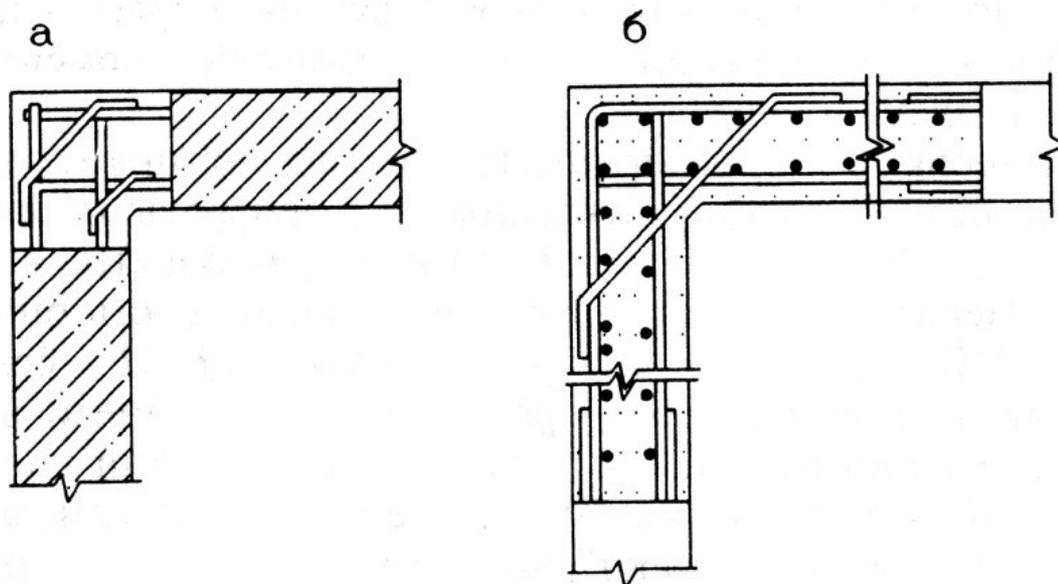


Рис. 5.17. Угловые участки стен резервуаров: а – применение доборных сборных элементов; б – монолитные вставки

При длине стороны и диаметре сооружений менее 9 м допускается принимать данные размеры кратными 1 м для круглых и 1,5 м для прямоугольных резервуаров. Стеновые панели и фундаменты под колонны типовых резервуаров принимаются по номенклатуре унифицированных железобетонных изделий водопроводно-канализационных сооружений. Для стен и днищ резервуаров применяют бетон классов В15-В35, марок по водонепроницаемости W4-W10 и по морозостойкости F100-F200. Для армирования резервуаров используют ненапрягаемую арматуру классов А-I, А-II, А-III, Вр-I и предварительно напряженную классов Вр-II, А-IV и выше. Объемы цилиндрических резервуаров для хранения воды также унифицированы и принимаются равными от 100 до 6000 м³. При больших объемах предпочтение отдается прямоугольным в плане резервуарам. При проектировании железобетонных резервуаров, используемых для хранения питьевой воды, необходимо предусматривать следующие мероприятия: – вентиляцию резервуаров через специальные фильтры; – гидроизоляцию покрытия, стен и днища резервуаров; – обработку всех внутренних поверхностей сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций до получения гладкой поверхности без раковин и пор. Для сборных элементов эта обработка должна осуществляться в заводских условиях; – омоноличивание всех стыков сборных конструкций бетоном на расширяющемся цементе для повышения

водонепроницаемости и герметичности резервуаров. Конструктивные схемы и габаритные размеры типовых отечественных *цилиндрических резервуаров* для воды диаметром 4,5 – 24 м изображены на рис. 5.18.

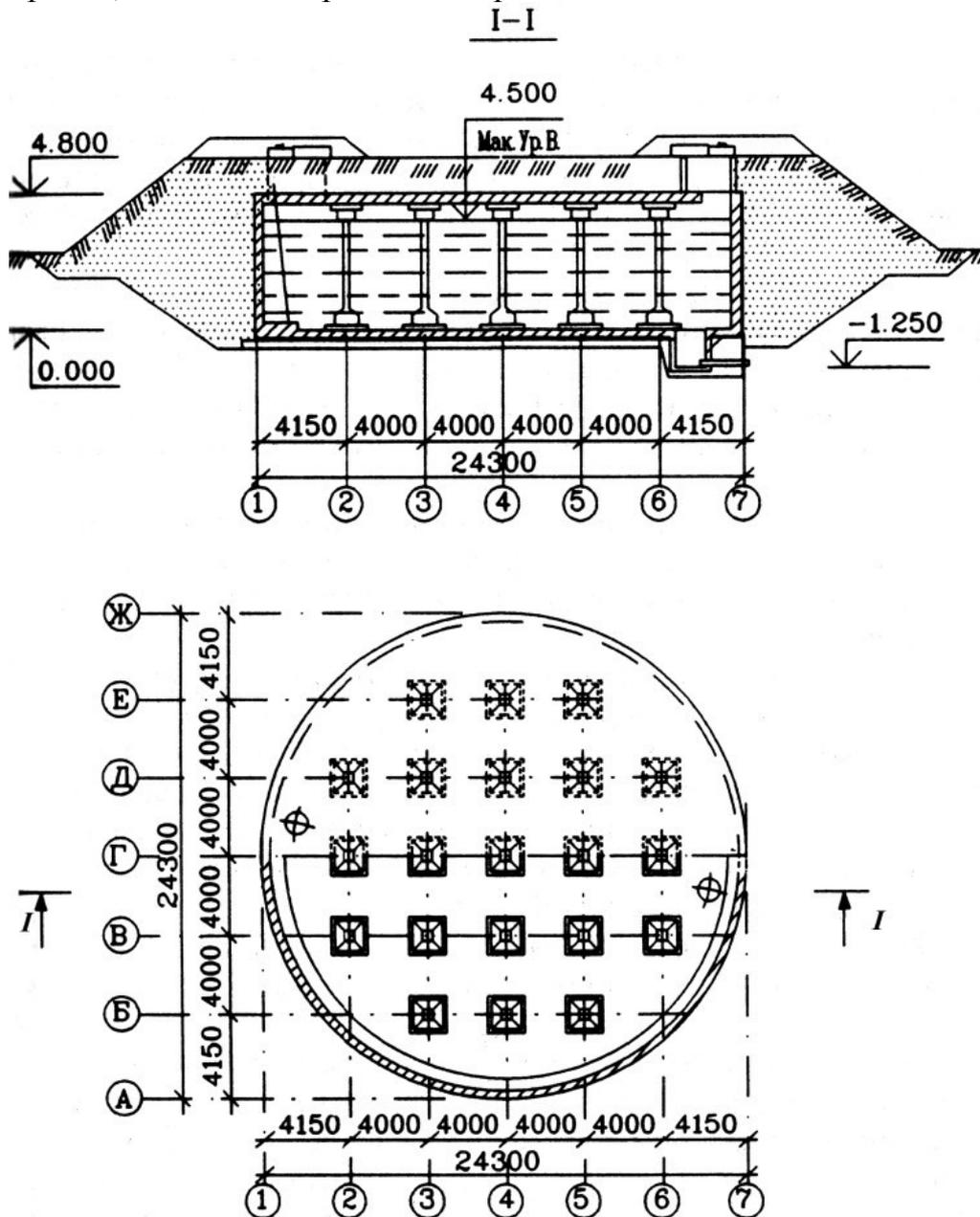


Рис. 5.18. Цилиндрический резервуар для воды диаметром 24 м

Цилиндрические резервуары проектируются из монолитного и сборного железобетона. При малой емкости и единичном исполнении целесообразно возводить резервуары из монолитного железобетона. При массовом строительстве выгоднее строить сборные резервуары. *Покрытия* круглых в плане резервуаров могут быть пространственные, плоские или комбинированные. Оболочки из монолитного железобетона наиболее экономичны для конструкций покрытий резервуаров, но при их возведении требуется сложная опалубка.

Чаще всего монолитные цилиндрические резервуары проектируют с плоскими безбалочными перекрытиями, колоннами с капителями, гладкими стенами и плоским дном. Безбалочные перекрытия имеют малую

конструктивную высоту и гладкую поверхность, которая обеспечивает хорошую вентиляцию пространства над уровнем содержащейся жидкости. Покрытие сборных цилиндрических резервуаров выполняется из плоских или ребристых трапециевидных плит, которые укладываются по кольцевым балкам, опирающимся на колонны. Колонны устанавливаются в стаканы сборных фундаментов, монтируемых на днище резервуаров или предусмотренных в конструкциях монолитного днища. Стены цилиндрических резервуаров проектируются из сборных панелей длиной, равной высоте резервуара, и шириной 1,57 или 3,14 м. При такой ширине по периметру резервуаров размещается целое число рядовых плит и не требуются доборные элементы. В открытых и закрытых цилиндрических резервуарах разбивочные оси совмещаются с внутренними гранями стен. Стеновые панели при монтаже устанавливаются в паз между двумя кольцевыми ребрами по периметру днища резервуара. Сопряжение стеновых панелей с днищем может проектироваться жестким, исключая радиальное перемещение стенки и ее поворот, или подвижным, допускающим эти перемещения. Для обеспечения свободного перемещения стенки при ее обжатии, паз замоноличивается после натяжения кольцевой арматуры. В качестве напрягаемой арматуры применяется высокопрочная проволока, канаты и стержни. Кольцевую арматуру после натяжения покрывают несколькими слоями торкрет-бетона общей толщиной 25 – 30 мм. При проектировании цилиндрических резервуаров диаметром до 9 м внутренняя и внешняя поверхность панелей принимается криволинейной. При диаметре более 9 м стеновые панели проектируются с криволинейной внешней поверхностью и плоской внутренней. *Прямоугольные резервуары* эффективны для емкостей объемом 6000 м³ и более, а также для емкостных сооружений внутри помещений. Прямоугольная форма резервуара дает возможность просто и компактно конструировать сооружение в целом. Днища прямоугольных резервуаров обычно проектируются плоскими, но для увеличения объема и уменьшения нагрузок на стеновые панели днища могут выполняться с внутренними откосами. Покрытия стеновых монолитных резервуаров могут быть ребристыми с шагом колонн 6х6 м и безбалочными с сеткой колонн 4х4 м (рис. 5.19). Монолитные стены высотой до 4 м проектируются гладкими, при большей высоте – с ребрами жесткости. В сборных типовых резервуарах габаритные размеры унифицированы, что позволяет использовать при конструировании покрытий ригели и плиты многоэтажных производственных зданий.

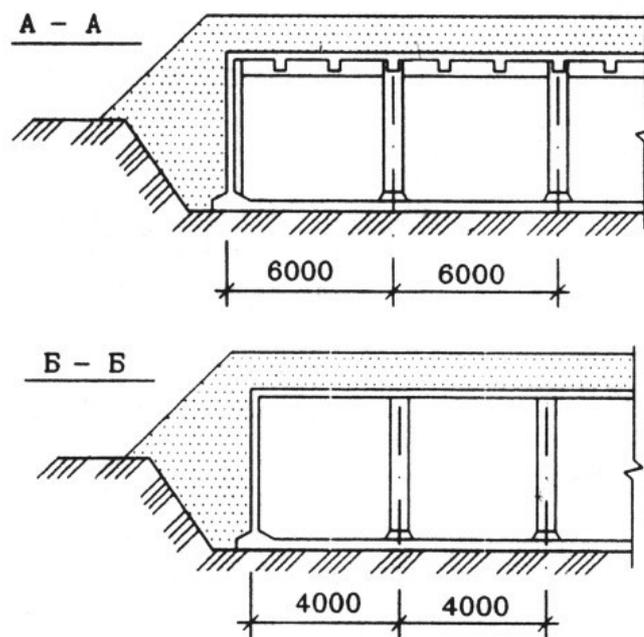
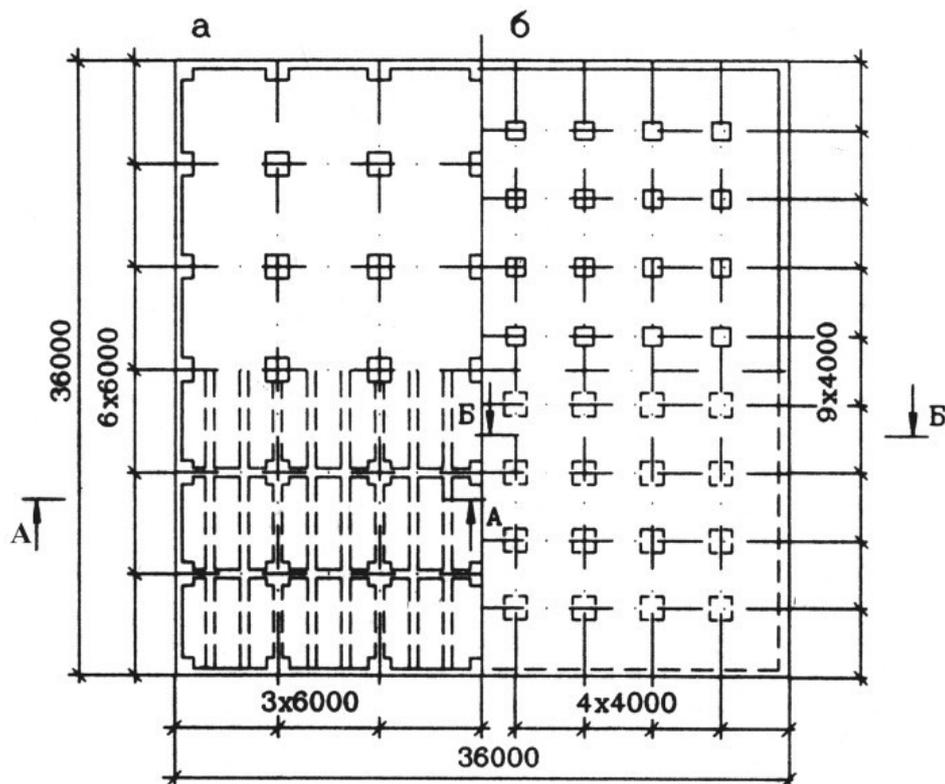


Рис. 5.19 . Прямоугольный монолитный резервуар: а – план при варианте с ребристым покрытием; б – то же с безбалочным покрытием

Сборные покрытия резервуаров проектируются плитно-балочными с сеткой колонн 6×6 м и безбалочными с сеткой колонн 4×4 м и 6×3 м (рис. 5.20). В первом варианте покрытий (рис. 5.20, а) сборные плиты укладываются на ригели и соединяются с ними сваркой закладных деталей. Ригели покрытий устанавливаются на колонны и на стеновые панели. Во втором варианте (рис. 5.20, б) плиты с ребрами по контуру опираются по углам непосредственно на капители колонн.

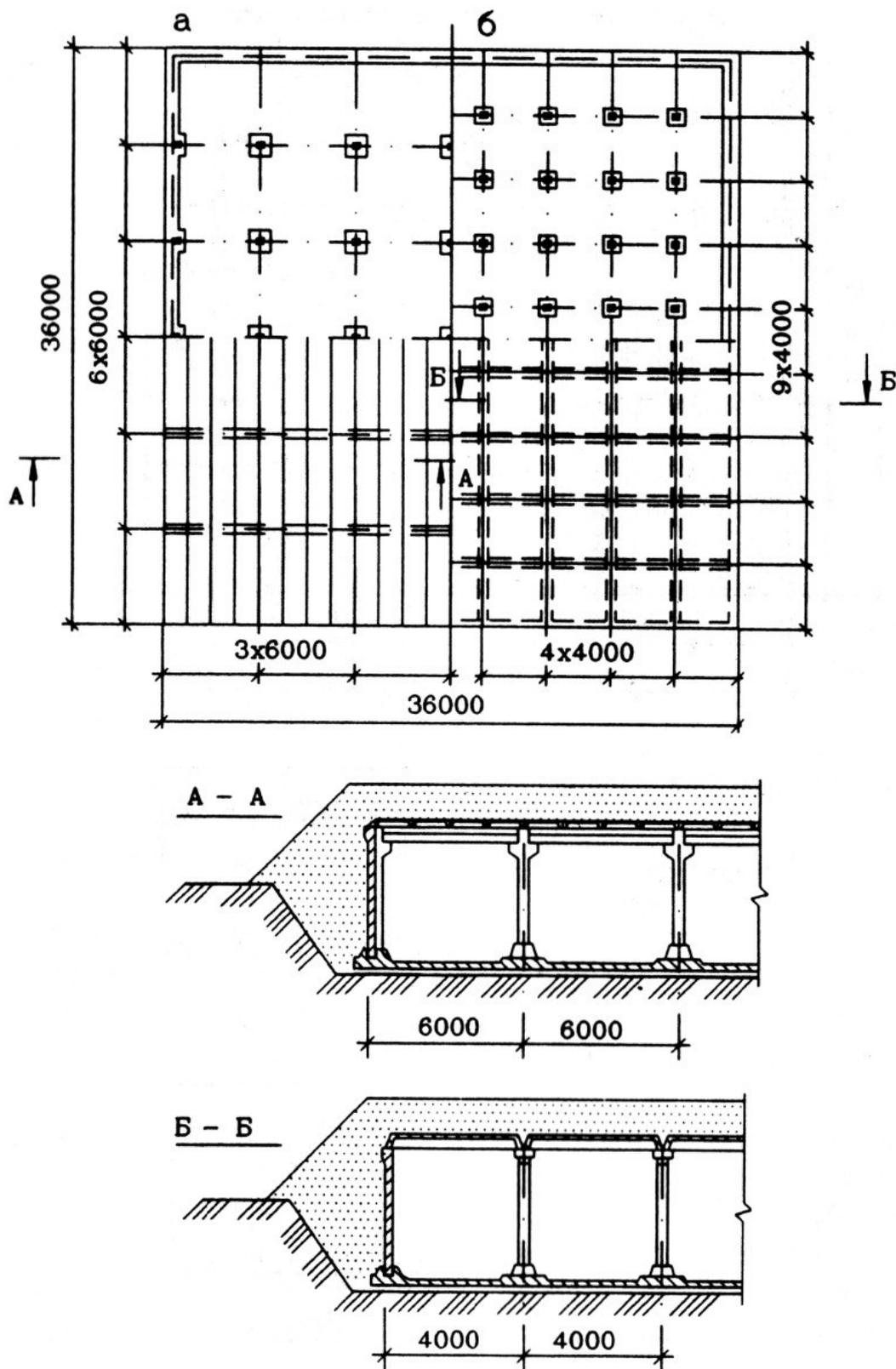


Рис. 5.20. Прямоугольный сборный резервуар: а – план при варианте с плитно-балочным покрытием; б – то же с безбалочным покрытием

Стеновые панели для каждого сборного резервуара принимаются одного типоразмера: длиной, равной высоте резервуара, и шириной 3 м. Для снижения массы элементов ширину плит можно принимать – 1,5 м. В типовых сериях прямоугольных резервуаров разработаны стеновые панели консольного и

балочного типа. Высота панелей принята кратной 600 мм, армирование выполнено двойной арматурой из плоских сварных сеток. Стеновые панели заделываются в паз монолитного днища (рис. 5.16). Величина, заделки зависит от диаметра вертикальной рабочей арматуры и определяется с учетом обеспечения ее надежной анкеровки. Угловые участки стен проектируются (рис. 5.17) в виде монолитных вставок или с применением доборных сборных элементов. Пространственная жесткость резервуаров обеспечивается в продольном направлении за счет системы многопролетных рам, образованных сваркой закладных деталей ригелей с колоннами, а в поперечном – за счет приварки плит покрытия к ригелям и продольным стенам. В результате образуется жесткий пространственный блок из двух горизонтальных дисков (днища и покрытия) и четырех вертикальных диафрагм (стен резервуаров), внутри которого расположены многопролетные рамы. В прямоугольных открытых резервуарах разбивочные оси совмещаются с геометрическими осями внутренних стен и колонн и отстоят на 140 мм от внутренней вертикальной грани наружных стен. Вода, выданная из шахты, перед сбросом подвергается очистке и хлорированию. Для этой цели *устраивают отстойник шахтных вод с хлораторной*. Отстойники простейшего типа представляют собой систему резервуаров прямоугольной формы, вместимость которых определяется в зависимости от количества воды, подлежащей осветлению и обеззараживанию, продолжительности процесса очистки из расчета четырехчасового прохождения по ним воды. На рис. 5.21 показан отстойник шахтных вод вместимостью 700 м³ из расчета очистки 175 м³/ч шахтной воды. Отстойник состоит из трех параллельных секций — резервуаров, оборудованных хлоропроводами, а также из помещений хлораторной и кладовой. Хлораторная располагается в надстройке над резервуаром, фундаменты и стены отстойников делают железобетонными, днище — в виде железобетонной плиты по бетонной подготовке с надлежащей гидроизоляцией. Каналы бетонные. Более эффективным средством осветления шахтных вод являются пруды-отстойники, в которых шахтная вода находится от нескольких суток до нескольких месяцев. После дополнительной обработки воды на специальных фильтрах получают практически чистую воду – количество взвесей доводят до 2 – 3 мг/л. Такую воду можно с успехом использовать для технических нужд на обогатительных фабриках, для питания противопожарных трубопроводов и т. д. Очистка шахтных вод с применением прудов-отстойников требует дополнительных земельных площадей, что во многих случаях является препятствием для использования этого способа. Более компактным, но и более дорогим в строительстве и эксплуатации является способ очистки шахтных вод на специальных фильтрах.

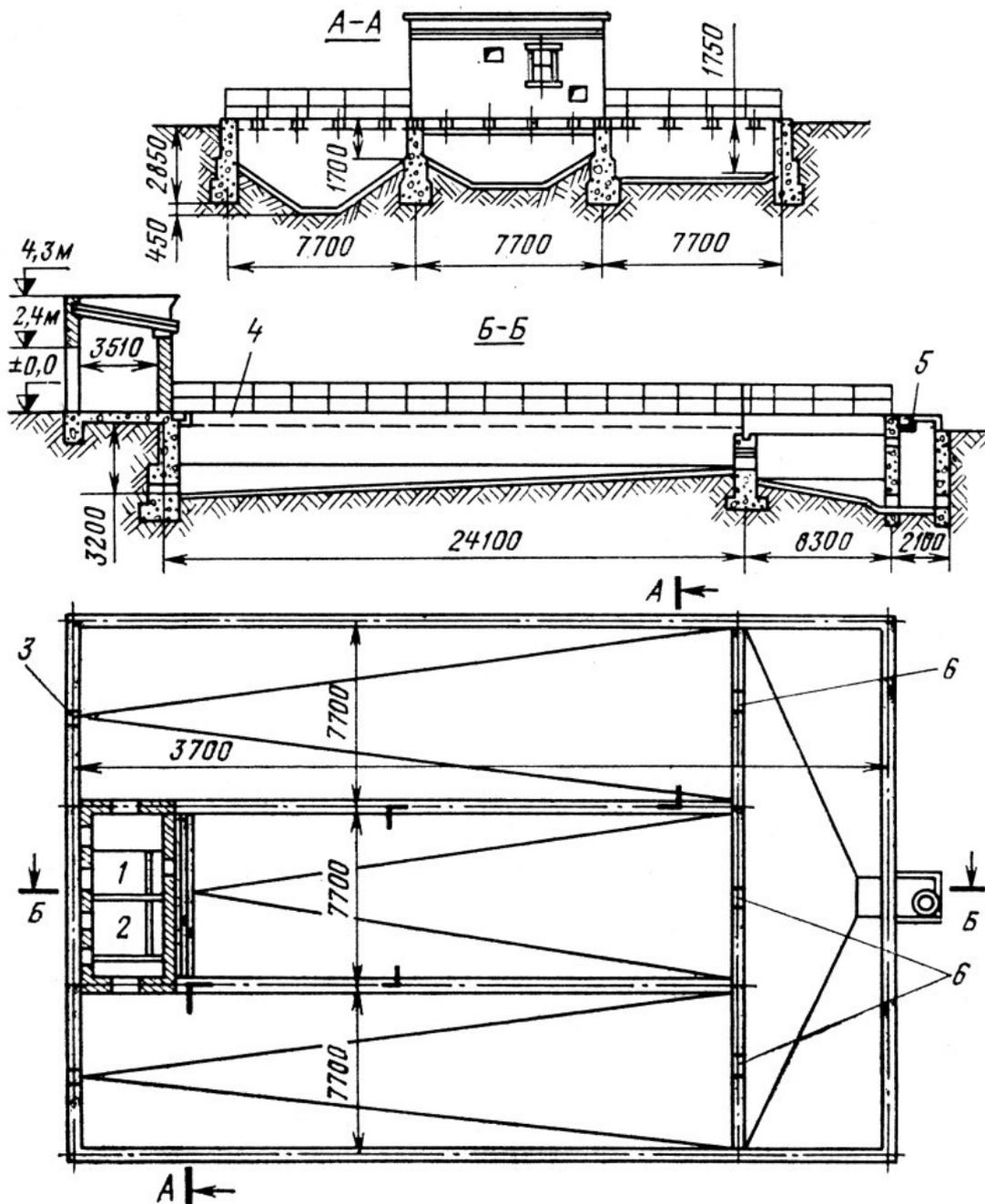


Рис. 5.21. Отстойник шахтных вод вместимостью 700 м³: 1 – кладовая; 2 – хлораторная; 3 – отверстие 400x400 на отм. -3,20; 4 – дно канала хлоропровода; 5 – люк; 6 – проем 400x400 на отм. -1,65

Отстойники и осветлители проектируются цилиндрической формы с коническими днищами. Днища выполняются из монолитного железобетона, стены – из сборных элементов. При выборе мест для строительства емкостных сооружений предпочтение следует отдавать площадкам с однородными, непросадочными, непучинистыми грунтами с расчетным уровнем грунтовых вод не менее двух метров ниже отметки днища. На площадках сейсмичностью свыше 9 баллов возведение резервуаров не допускается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2. 09.02. – 85*. Нормы проектирования. Производственные здания. – М.: Стройиздат, 1991.
2. СНиП 2.01.02 – 85*. Противопожарные нормы /Госстрой России.- М.: ГУП ЦПП, 2003.
3. СНиП 11-4 — 79. Естественное и искусственное освещение. М. : Стройиздат, 1980.
4. СНиП 2.01.07 – 85*. Нагрузки и воздействия/Госстрой России.- М.: ГУП ЦПП, 2003.
5. СНиП 2.03.01 – 84. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1985.
6. СНиП 11-23 – 81. Стальные конструкции. – М.: Стройиздат, 1982.
7. СНиП 2.03.06 – 85. Алюминиевые конструкции. – М.: Стройиздат, 1986.
8. СНиП 11-22 – 81. Каменные и армокаменные конструкции.– М.: Стройиздат, 1983.
9. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. – М.: Стройиздат, 1985.
10. СНиП 2.02.01—83. Основания зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1985.
11. СНиП 2.02.03—85. Свайные фундаменты.– М.: Стройиздат, 1986.
12. СНиП 11-18—76. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. – М.: Стройиздат, 1985.
13. Матвеев С.Г. Рудничные сооружения. – М.: Госгортехиздат, 1962.
14. Максимов А.П. Горнотехнические здания и сооружения. – М.: Недра, 1984.
15. Павленко В.И., Страданченко С.Г., Шубин А.А. Технология строительства горнотехнических зданий и сооружений: Учеб. пособие. /Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2005.
16. Данилкин М.С., Шубин А.А. Технология строительного производства: Учеб. пособие / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000.
17. Баклашов И.В., Борисов В.Н. Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений. Строительные конструкции. – М.: Недра, 1990.
18. Куликов Ю.Н., Максимов А.П. Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений. Технология строительства зданий и сооружений. – М.: Недра, 1991.
19. Баклашов И.В., Борисов В.Н., Максимов А.П. Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений. Горнотехнические здания и сооружения. – М.: Недра, 1991. 229
20. Руководство по проектированию транспортных галерей. – М.: Стройиздат, 1979.
21. Руководство по расчету и проектированию железобетонных, стальных и комбинированных бункеров. – М.: Стройиздат, 1986.
22. Рудницкий П.С. Бункера и склады угольных шахт. – М.: Углетехиздат, 1952.

23. Лурье З.С. Транспортные устройства и склады на углеобогатительных фабриках. М.: Недра, 1976.
24. Жовтюк Г.В., Золотко А.А. Прогрессивная техника и технология углеобогащения. Киев: Техника, 1988.
25. Яров В.А., Медведева О.П. Проектирование железобетонных резервуаров. – М.: Изд-во АСВ, 1997.
26. Технология и организация строительного производства. / Под ред. Н.Н. Данилова. – М.: Стройиздат, 1988.
27. Фролов А.Г. Устройство поверхности горных предприятий и карьеров. – М.: Госгортехиздат, 1963.
28. Учебное издание Прокопов Альберт Юрьевич, Страданченко Сергей Георгиевич, Шубин Андрей Анатольевич ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ / ЮРГТУ /г. Новочеркасск, - 132.