

И.А. ДЕРЕВЕНЬКОВ, П.Б. РАЗГОВОРОВ

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МАСЛОЖИРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Учебное пособие



**ИВАНОВО
2017**

Министерство образования и науки Российской Федерации

Ивановский государственный химико-технологический университет

И.А. Деревеньков, П.Б. Разговоров

**Основы проектирования
масложировых производств**

Учебное пособие

Иваново 2017

УДК 664

Деревеньков, И.А.

Основы проектирования масложировых производств: учеб. пособие / И.А. Деревеньков, П.Б. Разговоров; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2017. – 80 с.

Учебное пособие содержит основные положения лекционного курса, изложенные в модуле «Основы проектирования масложировых производств» дисциплины «Основы проектирования и оборудование масложировых производств». Дисциплина входит в число вариативных дисциплин по выбору студентов, обучающихся по направлению «Продукты питания из растительного сырья».

Изложены основные положения проектирования промышленных зданий и сооружений, а также сведения о конструктивных схемах, элементах и санитарной технике масложировых производств.

Учебное пособие предназначено для подготовки бакалавров, обучающихся по профилю «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов».

Авторы выражают благодарность студентам кафедры технологии пищевых продуктов и биотехнологии Лизуновой А.А. и Морозовой В.Р. за помощь при подготовке материалов учебного пособия к печати.

Табл. 5. Ил. 38. Библиогр.: 28 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

Центр семейной медицины «Мега» (г. Иваново);
доктор химических наук, профессор **Д.Б. Березин**
(ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»)

© Деревеньков И.А., Разговоров П.Б., 2017

© ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико-технологический университет», 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Основные положения проектирования зданий и сооружений.....	5
1.1. Основные требования к выбору площадки для строительства.....	5
1.2. Производственные здания.....	8
1.3. Основные принципы проектирования.....	11
1.4. Обеспечение нормальных условий технологического процесса.....	12
1.5. Техника строительного проектирования масложировых производств.....	15
2. Промышленные здания и сооружения.....	18
2.1. Конструктивные элементы промышленных зданий.....	18
2.2. Конструктивные схемы промышленных зданий.....	19
2.3. Привязка конструктивных элементов зданий к разбивочным осям...	21
2.4. Деформационные швы.....	23
2.5. Основания и фундаменты.....	25
2.6. Железобетонные конструкции каркаса.....	29
2.7. Ограждающие элементы зданий.....	37
3. Графическое изображение промышленных зданий.....	50
3.1. Условное графическое изображение элементов конструкций.....	51
3.2. Графическое изображение одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий.....	59
4. Основы санитарной техники масложировых производств.....	64
4.1. Вентиляция и вентиляционные системы.....	64
4.2. Кондиционирование воздуха.....	69
4.3. Водоснабжение промышленных предприятий.....	71
4.4. Очистка сточных вод и канализация.....	73
4.5. Общие теплотехнические требования к ограждающим конструкциям зданий.....	75
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	78

ВВЕДЕНИЕ

В широком смысле под проектированием понимают процесс создания проекта, которым считается комплекс документации, необходимой для сооружения промышленного объекта. Эта документация включает технологические регламенты, инженерно-технические расчеты, чертежи, пояснительные записки, сведения о поставках сырья и удалении отходов и другую информацию.

Важным этапом в процессе создания масложировых производств является строительное проектирование. В ходе строительного проектирования должны быть учтены функциональные, экономические и архитектурные требования, предъявляемые зданиям масложировых производств. От выбора объемно-планировочных решений (этажности, формы здания, высоты этажей, сетки колонн, размеров здания по длине и ширине, мест расположения деформационных швов, компоновки помещений) зависит функционирование технологического оборудования и нормальный ход технологического процесса в целом.

В учебном пособии рассмотрены основные положения строительного проектирования масложировых производств, требования к площадке для строительства, основные конструктивные схемы промышленных зданий, их ключевые несущие и ограждающие элементы, их графическое изображение, а также информация о санитарной технике предприятий (вентиляции, кондиционировании, водоснабжении, канализации).

Строительное проектирование дополняет модуль по оборудованию в рамках дисциплины «Основы проектирования и оборудование масложировых производств» для студентов, обучающихся по направлению 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», а также является одним из разделов квалификационной работы бакалавра.

1. Основные положения проектирования зданий и сооружений

К производственным зданиям предъявляют определенные требования, учет которых необходим при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий.

Одним из основных требований является удобное размещение технологического оборудования, обеспечивающее наивысшую производительность линии и возможность изменения технологических процессов с внедрением новых технологий [1, 2].

1.1. Основные требования к выбору площадки для строительства

На размещение масложировых предприятий оказывают влияние следующие факторы:

- наличие сырьевых ресурсов;
- электроснабжение, пароснабжение, газоснабжение;
- наличие водных ресурсов;
- состояние транспортной сети;
- наличие кадровых ресурсов;
- профиль и мощность действующих предприятий отрасли.

Вся площадь, на которой планируется построить предприятие, разбивается на зоны (зонируется) с учетом ее эффективного использования – предзаводскую, производственную, подсобно-складскую (см. рис. 1.1).

Предзаводская зона: административные здания, контрольно-пропускной пункт, стоянка личного транспорта.

Производственная зона: занимает обычно центральную часть площади и включает основные производственные здания и обслуживающие их здания и сооружения.

Производственные здания в зоне 2 размещаются на площадке согласно:

- принципу их технологической взаимосвязи;
- категории пожаро- и взрывоопасности;
- категории их вредности и токсикологических характеристик;
- видам внешнего и междокового транспорта.

Подсобно-складская зона должна размещаться в непосредственной близости от подъездных путей. Помимо складов в эту зону входят здания и сооружения подсобного назначения (котельная, градирни, насосные станции и др.). Склады легковоспламеняющихся жидкостей следует располагать на обособленных участках, несколько удаленных от производственной зоны и в более низких и подветренных местах по отношению к основным производственным зданиям.

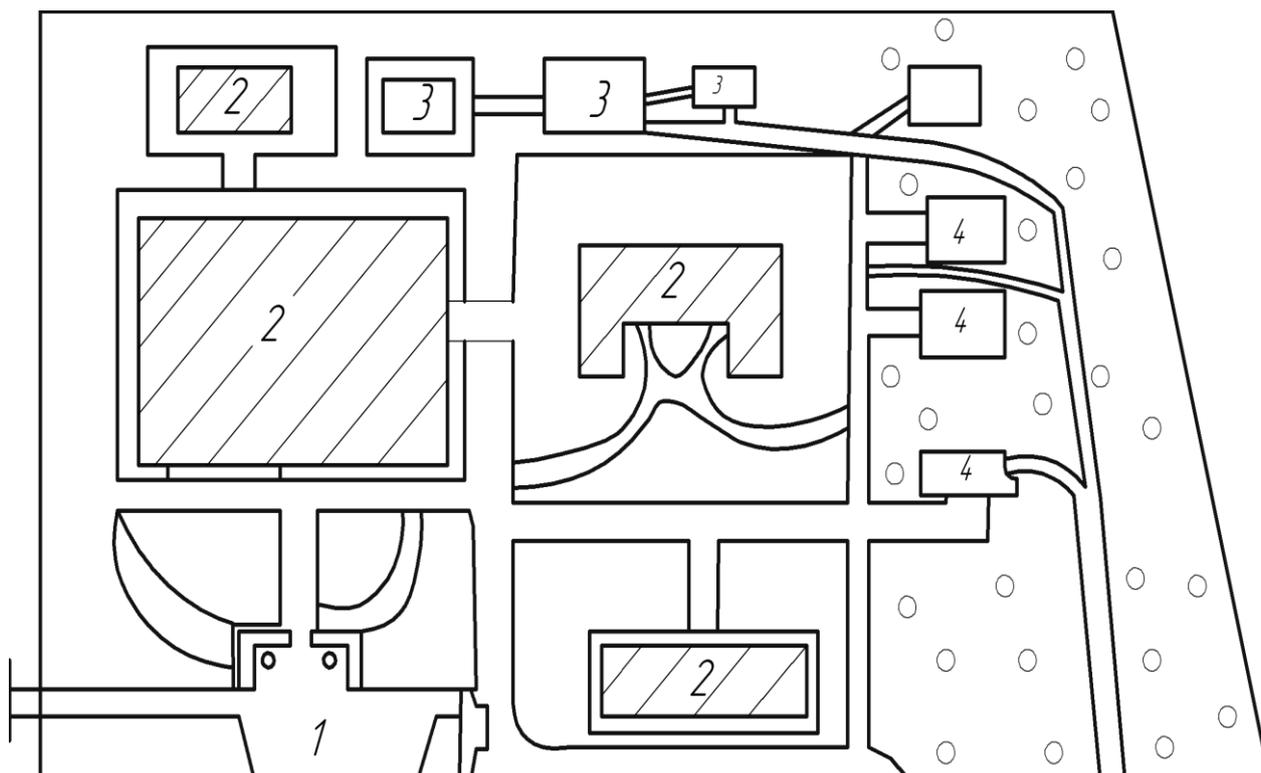


Рис. 1.1. Зонирование площади предприятия: 1 – предзаводская зона; 2 – производственная зона; 3 – подсобная зона; 4 – складская зона

При проектировании масложировых предприятий необходимо планировать их расположение с подветренной стороны к ближайшему жилому району. Для этого используют розу ветров, построенную для летнего периода на основе многолетних наблюдений (рис. 1.2). Это позволит снизить поступление выбросов предприятий к жилым зданиям.

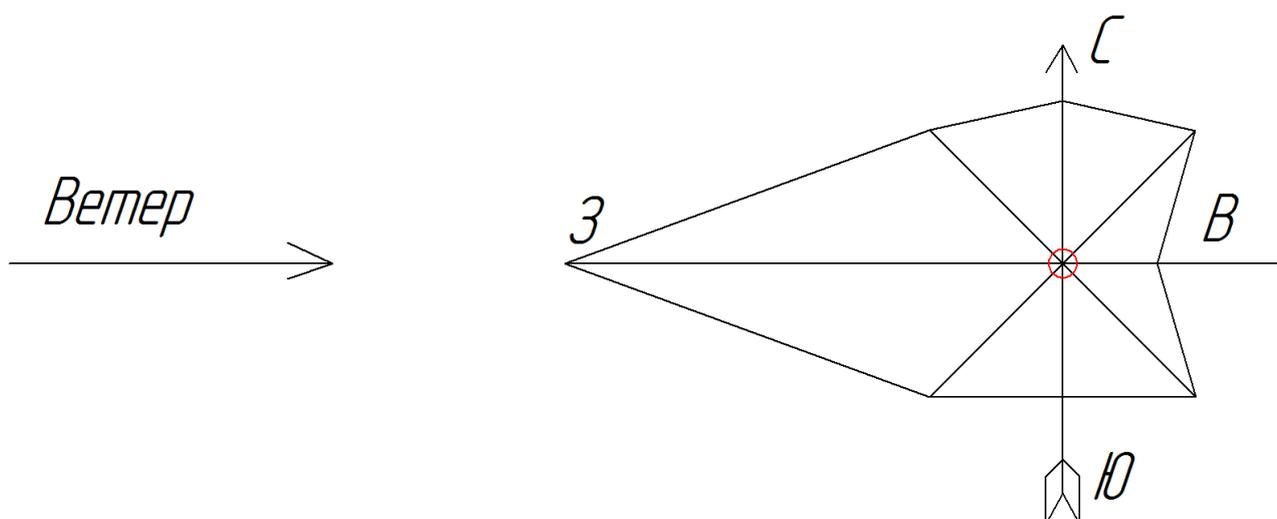


Рис. 1.2. Пример розы ветров

Территория предприятия должна быть окружена санитарно-защитной зоной. Размер санитарно-защитной зоны, которой следует отделять заводы по производству растительных масел от жилой застройки, составляет 300 м (III класс), для производств маргарина размер зоны равен 100 м (IV класс). Вновь строящееся предприятие не должно размещаться в санитарно-защитной зоне других предприятий, выделяющих вредные вещества и запахи (это особенно актуально для производства продуктов с высоким содержанием жира, который способен накапливать посторонние запахи) [3,4].

Для защиты зданий и сооружений от проникновения паров бензина вокруг экстракционного цеха должны быть предусмотрены две контролируемые зоны на расстоянии:

- 15 м – зона строгого контроля, которая должна иметь ограждение; строительство зданий в указанной зоне запрещено;
- 30 м – зона с ограничением строительства зданий и сооружений.

На промплощадке предприятия не допускается проектировать автомобильные дороги со щебеночным, гравийным, шлаковым и другими не обработанными вяжущими или иными обеспыливающими средствами покрытиями, образующими пыль.

Территория предприятия должна быть ограждена для предотвращения проникновения крупных животных, людей. По периметру забора не должно расти высокой травы, кустов, деревьев. Состояние забора должно регулярно контролироваться.

Свободные участки территории предприятия следует использовать для организации зон отдыха, газонов, озеленять их древесно-кустарниковыми насаждениями. Не допускается посадка деревьев и кустарников, дающих при цветении хлопья, волокна и опушенные семена, которые способны попасть в сырье, продукцию, оборудование и вентиляцию. Высокие деревья нежелательны на территории завода, поскольку они могут привлекать птиц. Трава на всей территории предприятия должна быть скошена для предотвращения распространения грызунов.

Территория подъездных путей, мусороприемников должна иметь дренажи для эффективного удаления воды во время проливных дождей. Стоячей воды не должно быть нигде на территории завода, поскольку она способна привлекать птиц, насекомых, грызунов и других вредителей. Лужи, не высыхающие в течение длительного времени, могут способствовать развитию микроорганизмов.

Для сбора мусора следует проектировать установку металлических бачков с крышками или металлических контейнеров с крышками на асфальтированной или бетонной площадке, площадь которой должна превышать площадь основания мусороприемников приблизительно на 1 м во все стороны. Мусороприемники должны быть удалены от производственных и складских помещений. Рекомендуются оснащать мусороприемники шлангами и сливами для их мойки после каждого вывоза мусора [5].

1.2. Производственные здания

При проектировании производственных зданий следует иметь в виду ряд факторов, влияющих на выбор объемно-планировочных и конструктивных решений:

- географические данные, учитывающие климатические условия района строительства (расчетные температуры, глубины промерзания грунтов, направления господствующих ветров, снеговая и ветровая нагрузка);
- инженерно-геологические и гидрогеологические условия (характер и вид грунтов, уровень грунтовых вод и их агрессивность, наличие источников водоснабжения и др.);
- топографические условия площадки для сейсмических районов строительства;
- технологические особенности проектируемого производства.

Исходные технологические данные в ряде случаев являются решающими, и их можно разделить на следующие группы:

- сведения о категории пожарной опасности производства, технологическая планировка, высота этажей, габариты транспортных средств;
- данные для проектирования несущих и ограждающих конструкций: подъемно-транспортные устройства, нагрузки на конструкции здания, внутренний температурно-влажностный режим, характер агрессивности среды и др.;
- сведения об отоплении, вентиляции и теплоснабжении: наличие и количество влаго- и тепловыделений, наличие вредных веществ в помещении и в воздушной среде, расходы пара и горячей воды для технологических нужд и др.;
- материалы о водопроводе и канализации: потребность в воде для производственных целей и требования к ней, количество и характеристика сбрасываемых вод, необходимость устройства очистных установок;
- данные для проектирования антикоррозионной защиты строительных конструкций: концентрация агрессивных веществ в помещении и снаружи его, характеристика агрессивности вод, транспортируемых по системе канализации и др.;
- данные по обеспечению производственного комфорта: требования к освещению, данные о шумах, сведения о внутренней отделке и др.;
- сведения об административно-бытовых помещениях: санитарная характеристика производственных процессов, режим работы, численный состав работающих по группам производственных процессов.

В основе проектирования производственных зданий лежат принципы унификации и типизации. Унификация – это единообразие размеров частей и конструктивных элементов зданий и сооружений, подлежащих преимущественному применению в проектировании и строительстве. Типизация – это многократное применение унифицированных объемно-

планировочных и конструктивных решений в строительстве объектов, достижение их взаимозаменяемости на основе согласованности между проектами зданий, размерами материалов, изделий, конструкций, оборудования.

Объемно-планировочные решения производственных зданий создаются на основе унифицированных габаритных схем зданий, унифицированных типовых секций и конструкций.

Основой унификации геометрических размеров (параметров) зданий и строительных изделий является единая модульная система (ЕМС). Под ЕМС в строительстве понимают совокупность правил координации размеров зданий и конструктивных элементов на основе кратности этих размеров определенной линейной величине – модулю. В России размер основного модуля (М) равен 100 мм.

Существуют укрупненные и дробные модули.

Укрупненные модули (2М, 3М, 6М, 12М, 15М, 30М, 60М, 120М) используют для выбора горизонтальных и вертикальных размеров зданий (например, расстояние между колоннами, высота этажа) и размеров крупных строительных изделий.

Дробные модули (1/100М, 1/50М, 1/20М, 1/10М, 1/5М, 1/2М) применяются для выбора небольших размеров (например, толщины плит, колонн, балок).

Для согласования размеров основных параметров зданий и строительных элементов с величиной модуля и координации взаимного расположения конструкций служит пространственная система модульных (разбивочных) осей. Расстояние между этими осями может быть равным основному модулю или укрупненному. Линии пересечения модульных плоскостей принимают за основные разбивочные оси, к которым привязывают расположение стен, колонн и других конструктивных элементов зданий.

Разбивочные оси подразделяются на продольные, обозначаемые заглавными буквами русского алфавита – А, Б, В и т.д. (кроме букв З, Й, О, Х, Ц, Щ, Ы, Ъ и Ь), а также поперечные, обозначаемые арабскими цифрами (1, 2, 3, 4 и т. д.). Обозначение продольных осей проводят снизу вверх, а поперечных – слева направо. Если для маркировки продольных осей не хватает букв алфавита, маркировку продолжают удвоенными буквами (АА, ББ и т. д.). Сетка модульных осей образует подобие системы прямоугольных координат с началом в левом нижнем углу.

Основными планировочными параметрами здания являются шаг колонн (расстояние между поперечными осями) и пролет (расстояние между продольными разбивочными осями). Совокупность этих параметров, выраженную в метрах, называют сеткой колонн.

В местах пересечения осей обычно располагают колонны – основные несущие элементы каркаса здания. Сетки колонн обозначают следующим образом: 6х6; 12х6; 18х12; 24х6 м и т. д., причем больший размер обычно соответствует пролету. Однако в ряде случаев помимо основных несущих

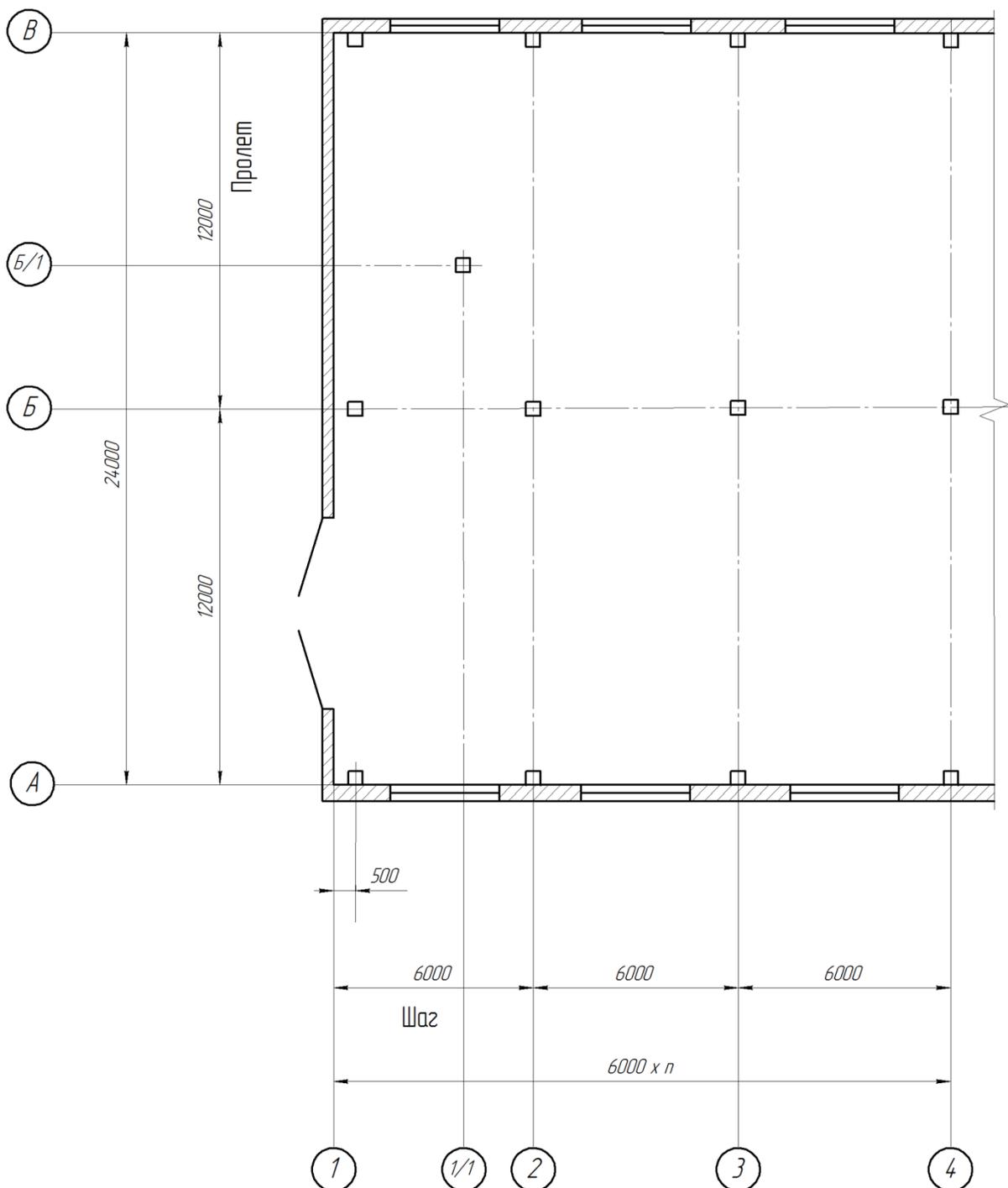


Рис. 1.3. Пример сетки модульных осей одноэтажного промышленного здания

элементов используют вспомогательные конструкции. Оси элементов, расположенных между осями основных несущих конструкций, допускается маркировать дробью (А/1, Б/1, 1/1, 2/1 и т. д.).

На основе ЕМС представляется возможным унифицировать основные объемно-планировочные параметры всех типов промышленных зданий и сооружений. На рис. 1.3 представлен фрагмент плана одноэтажного промышленного здания с разбивочными осями и их маркировкой [6].

1.3. Основные принципы проектирования

При проектировании масложировых предприятий следует соблюдать несколько общих принципов.

Одним из важнейших является принцип вариантности, соблюдение которого позволяет назначить параметры проектируемого объекта с целью достижения его максимальной технико-экономической эффективности и обеспечения необходимых условий технологичности, надежности, долговечности и т.д.

Оптимальный вариант проектирования выявляется путем всесторонней оценки различных критериев, причем главными из них являются следующие:

- производственные – учитывают уровень технической оснащенности производства и характер технологических процессов, а также транспортные и энергетические условия;
- санитарно-гигиенические – требуют знания концентрации вредных производственных выбросов, уровня освещенности, сведений о наличии посторонних шумов и вибрации;
- противопожарный – характеризует производство по взрыво- и пожароопасности и огнестойкости зданий и сооружений;
- организация производственного процесса на объекте и внешний его облик.

Основой же промышленного проектирования является технологический процесс, позволяющий определять не только типы и размеры зданий, но и требуемые производственные площади, численность рабочих, количество и тип технологического и транспортного оборудования, количество сырья, материалов, энергии и топлива.

Проект технологической схемы производства позволяет определить основные параметры проектируемого предприятия (цеха, участка): площадь территории, площади и объёмы зданий, численность работающих, расходы сырья, энергии и воды.

Расчет производственной площади ($S_{пр}$) обычно производится на основе данных технологической части проекта по расстановке оборудования с учётом мест расположения работающих около машин, аппаратов, автоматизированных линий и т.д.

Вспомогательная площадь ($S_{всп}$), занятая входящими в здание подъездными путями, центральными проходами, стоянками транспорта, административными и бытовыми помещениями, складами и ремонтными мастерскими, определяется в процентном соотношении от производственной. В многопролетных одно- и многоэтажных зданиях $S_{всп}$ составляет приблизительно 10...15 % от $S_{пр}$ [1].

1.4. Обеспечение нормальных условий технологического процесса

С целью обеспечения нормальных условий труда к технологическому процессу предъявляется ряд требований:

- требования санитарных норм, учитывающих создание комфортных условий воздушной среды в рабочих зонах в зависимости от категории выполняемых работ;
- над рабочими зонами должно быть выделено пространство площадью $4,5 \text{ м}^2$ и высотой не менее 2 м над уровнем пола или над специальными площадками. Рабочим местом считают пространственную зону, на которой работающий находится непрерывно не менее 2 ч;
- производства с избытком тепла (не менее 20 Вт/м^2) и значительным выделением газов, пыли следует размещать в одноэтажных зданиях, в отдельных случаях – в верхних этажах многоэтажных зданий.

Освещение производственных помещений

Для освещения производственных помещений промышленных зданий применяется естественное, искусственное и смешанное освещение.

Естественное освещение подразделяется:

- на боковое, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах (окна);
- верхнее, имеющее световые проемы в покрытии и фонари;
- комбинированное, совмещающее боковое и верхнее.

Размер и количество оконных проемов и светоаэрационных фонарей определяют по нормам освещения и аэрации помещений с учетом архитектурного решения фасада здания. Для пролетов 12 и 18 м ширина фонарей равна 6 м, а для пролетов 24 и 36 м она достигает 12 м.

Искусственное освещение устраивают общее и комбинированное, при котором к общему освещению добавляют местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах. Общее освещение выполняется таким образом, чтобы световой поток распределялся равномерно без учета размещения оборудования, а местное учитывает размещение технологического оборудования и количество рабочих мест.

Противопожарные требования

Помещения подразделяются по взрывопожарной и пожарной опасности на пять категорий (А, Б, В (В1-В4), Г, Д) [7].

К категории А относят помещения с повышенной взрывопожароопасностью, связанные с горючими газами, легковоспламеняющимися жидкостями с температурой вспышки не более $28 \text{ }^\circ\text{C}$ в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при

воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и/или вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

Категория Б включает взрывопожароопасные помещения, включающие горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

К категории В относят пожароопасные помещения, включающие горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б.

К категории Г относят помещения с умеренной пожароопасностью, включающие негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К категории Д относят помещения с пониженной пожароопасностью, включающие негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

В зависимости от категории производства устанавливаются следующие требования:

- допустимое количество этажей;
- допустимая площадь этажа;
- степень огнестойкости зданий.

Более опасные по взрыву производства размещают в одноэтажных зданиях у наружных стен, в многоэтажных – на верхних этажах.

В помещениях категорий А и Б предусматриваются наружные легкобрасываемые ограждающие конструкции.

Специфические требования

К специфическим требованиям при проектировании предприятий пищевой промышленности относят защиту от шума, молниезащиту и защиту зданий и их конструкций от коррозии.

Защита от шума в производственных помещениях должна проектироваться одновременно с разработкой проекта строительства

предприятия и проводиться на основании акустического расчёта по ГОСТ 12.1.003-2014 [8] и СНиП 23-03-2003 [9].

Снижения шумовых источников добиваются следующими способами:

- с помощью устройства съёмных кожухов, которые закрывают источник шума;
- путем устройства преград на пути распространения шума (виброизолирующие прокладки во фланцах оборудования, гибкие вставки на трубопроводах и т.д.);
- размещением звукопоглощающих облицовок на потолке и стенах помещения;
- применением в вентиляционной системе, в устройствах кондиционирования воздуха и воздушного отопления трубчатых, пластинчатых и камерных глушителей, а также облицовочных звукопоглощающих материалов.

Основными мерами защиты зданий и сооружений от коррозии и повышения их долговечности являются:

- герметизация технологического оборудования, коммуникаций и помещений;
- увеличение сетки колонн для более свободного размещения оборудования;
- блокировка производственных отделений с учетом локализации участков от агрессивных воздействий;
- увеличение вентиляционного объема воздуха устройством местных отсосов агрессивных и ядовитых газов, а также теплозащитных качеств ограждающих конструкций;
- защита зданий, конструктивных элементов, деталей оборудования и воздуховодов лакокрасочными и металлическими покрытиями.

Молниезащита зданий является важной мерой противопожарных мероприятий на данном производстве, а также способом защиты работающего персонала от удара молний. Имеется несколько категорий молниезащиты: первая, вторая и третья. При выполнении работ по молниезащите промышленных зданий любого предприятия необходимо:

- размещать заземлители в местах, где редко находится работающий персонал;
- устанавливать токоотводы в отдалении от входов и выходов в здания, во избежание прикосновения к ним рабочих;
- молниеприемники изготавливают из стали произвольного профиля сечением не менее 100 мм² и длиной не менее 200 мм. В качестве молниеприемников могут служить металлические конструкции защищаемого здания: дымовые и выхлопные трубы, дефлекторы, кровля и т.д.

1.5. Техника строительного проектирования масложировых производств

Важным этапом при сооружении новых предприятий или реконструкции действующих заводов является проектирование. Его необходимо выполнять с учетом внедрения передовой технологии производства на уровне современного развития отечественной и зарубежной науки и техники с использованием современных высокопроизводительных технологических линий, оборудования и установок, прогрессивных форм производства и эффективных способов его организации.

Графическая часть проекта

При разработке и оформлении графической части проекта следует руководствоваться требованиями действующих стандартов ГОСТ 2.301-68 [10], 21.201-2011 [11], 2.307-2011 [12], 21.501-2011 [13].

В графической части проекта должна быть отражена взаимосвязь между основным технологическим оборудованием (автоматизированными линиями, сепараторами, фильтрами, теплообменниками и т. д.). Кроме того, при организации поточного производства продукции учитывается направление потока. Технологическое оборудование должно быть координировано в вертикальном и горизонтальном направлении. Главные оси оборудования координируются с осями стен и зданий. Во всех проекциях следует показывать только общий вид оборудования.

Координационные оси зданий, отдельных цехов и участков наносят штрихпунктирными линиями с длинными штрихами и обозначают марками в кружочках.

Уровень пола первого этажа принимают в качестве нулевой отметки зданий, обозначая его "0,000". Любые отметки зданий ниже нулевого уровня обозначают со знаком «—», например, – 0,250; – 0,500. Отметки выше нулевого уровня обозначают без знака: 2,750; 5,200 и т. д.

Планы зданий и сооружений располагают длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа. Симметричные планы и фасады зданий изображают на чертежах полностью. При нанесении размерных линий на их пересечении с выносными линиями или осевыми линиями применяют засечки в виде короткой линии под углом 45° к размерной линии и стрелки для размеров диаметров и радиусов. При наличии ряда повторяющихся элементов, расположенных на равных расстояниях друг от друга, размеры между такими элементами проставляются только в начале и в конце ряда. При симметричных изображениях размеры наносят только на одну сторону от оси симметрии.

Масштабы изображений на чертежах должны приниматься минимальными в зависимости от сложности изображения. Рекомендуются следующие масштабы изображений:

- планы подземных конструкций зданий и сооружений – 1:100; 1:200;

- планы этажей, разрезы зданий, их фасады – 1:100; 1:200; 1:400;
- фрагменты разрезов, местные разрезы – 1:50; 1:200;
- план кровли или полов – 1:200; 1:400; 1:600.

Планы этажей изображают в виде горизонтальных разрезов на уровне, находящемся в пределах дверных и оконных проемов. При многоярусном расположении окон в пределах этажа на плане наносят оконные проемы нижнего яруса.

Ворота, двери, лестницы, перегородки, рельсовые пути, проемы, подъемно-транспортное оборудование изображают с помощью условных обозначений, приведенных в ГОСТ 21.201-2011 [11] и ГОСТ 21.112-87 [14].

На планах вспомогательных зданий и помещений показывают расположение шкафов, вешалок и другого оборудования; особенно это касается бытовых помещений (гардеробов, душевых и т.д.). Встроенные и пристроенные вспомогательные помещения, площадки, антресоли и другие участки промышленного здания, на которые выполняют отдельные чертежи, на общих планах показывают схематично со ссылкой на соответствующие чертежи. Пристройки на основном плане не показывают, ограничиваясь нанесением линии обрыва.

Нанесение зданий, цехов и участков на план

При проектировании зданий, цехов и участков на план наносятся:

- разбивочные оси здания (цеха, отделения), отметки уровней «чистых» полов, а также толщина стен и перегородок, с привязкой их к координационным разбивочным осям;
- размеры и привязка проемов и отверстий в стенах и перегородках;
- оси рельсовых путей и монорельсов;
- расстановка технологических линий и основного оборудования;
- конструктивные элементы и уклоны полов, размеры и привязка каналов, трапов;
- проемы ворот, дверей и перегородок;
- наименование помещений и производственных участков с указанием их категории по взрывопожарной и пожарной опасности.

Наименования помещений и категории производств приводятся в соответствии с их нумерацией на плане, причем номера проставляют в кружках диаметром 6...8 мм. Нумерация помещений на плане должна совпадать с нумерацией их в других рабочих чертежах.

Разрезы

Положение разрезов принимают с таким расчетом, чтобы в изображения попадали проемы окон, наружных ворот и дверей. По участкам, особенности которых не выявлены в основных разрезах, приводят дополнительные местные разрезы.

Проемы, лестницы, подъемно-транспортное оборудование изображают в соответствии с ГОСТ 21.201-2011 [11] и ГОСТ 21.112-87 [14]. Железнодорожные пути на разрезах не показывают.

Наружные стены подвалов изображают контуром. Если же подвалы отсутствуют, то ограничиваются показом фундаментных балок. Из видимых элементов на разрезах показывают только находящиеся за плоскостью разреза колонны, фермы, балки, подъемно-транспортное оборудование, открытые лестницы и площадки.

На разрезы наносят: разбивочные оси, отметки уровня земли, «чистого» пола этажей и площадок; отметку низа несущих конструкций покрытия одноэтажных зданий и низа настила покрытия верхних этажей многоэтажных зданий и сооружений; размеры проемов и отверстий в стенах и перегородках; отметки верха стен, карнизов, уступов стен, подошвы заделываемых в стенах элементов конструкций; расстояния между разбивочными осями и привязку наружных стен к крайним разбивочным осям.

Фасады

В наименование фасада выносят указание крайних разбивочных осей изображенного на чертеже участка (например, фасад 1 – 31). На фасадах отмечают: разбивочные оси и отметки уровня земли, верха стен, низа и верха проемов; размеры и привязку элементов, не выявленных на чертежах планов и разрезов, например, длину козырьков, размеры мелких проёмов и отверстий.

Планы кровли и полов

На планах кровли показывают: фонари и водосточные воронки, парапеты, металлические ограждения, деформационные швы, пожарные лестницы, санитарно-технические устройства.

На плане полов отмечают: наружные и внутренние стены здания и перегородки; проемы ворот; железнодорожные и технологические напольные рельсовые пути.

На план кровли наносят: разбивочные оси, проходящие в характерных местах кровли; осевые размеры здания и размеры участков с различной конструкцией и материалом кровли (например, с легко сбрасываемой кровлей); обозначения уклонов местных бетонных конструкций на кровле; схематический поперечный профиль кровли, марки поперечных лестниц, металлических ограждений и ссылки на узлы, не указанные на разрезах и фасадах.

На план полов наносят: разбивочные оси – крайние и у границ участков с полами разного типа; осевые размеры здания и границы участков помещения с различной конструкцией пола; привязку к разбивочным осям границ участков с полами разного типа, не ограниченных стенами и перегородками; номер типов

конструкций полов, проставленных в кружке диаметром 5 мм; маркировку нетиповых узлов соединения полов с конструкциями здания и сооружения.

В текстовых указаниях к плану полов обязательно приводят ссылку на планы (или фрагменты планов) здания или помещения, на которых указываются уклоны полов, лотки, трапы и каналы.

2. Промышленные здания и сооружения

Сооружениями, в широком смысле слова, принято называть все, что возведено людьми.

Зданиями называют сооружения, имеющие помещения (внутренние пространства), предназначенные для специальной деятельности людей, например, для изготовления той или иной продукции. Сооружения, не имеющие таких помещений (мосты, телевизионные башни, элеваторы и т. п.), называют инженерными.

В результате широкого развития промышленности, транспорта, добычи полезных ископаемых за последние 60...80 лет строительство промышленных зданий и сооружений ведется особенно широко. Применение металла, железобетонных тонких пространственных сводов и оболочек и вантовых конструкций позволило значительно облегчить здания и увеличить их пролеты.

2.1. Конструктивные элементы промышленных зданий

Конструктивные элементы промышленных зданий подразделяют на две группы – несущие и ограждающие [1, 2]:

– несущие элементы – воспринимают вертикальные нагрузки от собственного веса конструкций, снега, полезные нагрузки (вес оборудования, сырья, людей) и горизонтальные (ветровая нагрузка и нагрузка от торможения подъемно-транспортного оборудования);

– к ограждающим элементам относят конструкции, которые отделяют помещения от наружной среды, что позволяет поддерживать определенные температурно-влажностные и акустические условия внутри зданий, а также изолируют помещения одно от другого.

Отдельные элементы зданий (стены, перекрытия) могут выполнять одновременно функции несущих и ограждающих конструкций.

Основные несущие и ограждающие элементы включают конструкции, выполненные из железобетона, стали и других строительных материалов.

Фундаменты – это подземные конструкции, воспринимающие нагрузки от здания и передающие их на основание. Основанием служит слой или массив грунта, располагающийся под зданием и обладающий необходимой несущей способностью.

Наружные стены – это вертикальные ограждающие конструкции. Внутренние стены разделяют здание на отдельные помещения. Перегородки –

легкие стены разделяют помещения на отдельные части: комнаты, коридоры и т. п.

Колоннами называют отдельно стоящие опоры, воспринимающие нагрузки от вышележащих элементов здания.

Междуэтажные перекрытия – это конструкции, разделяющие здание по высоте на этажи. Они непосредственно воспринимают полезные (функциональные) нагрузки.

Покрытием называют верхнюю ограждающую конструкцию, предохраняющую здание от атмосферных осадков. Покрытие состоит из несущих конструкций (балок или ферм), настила, теплоизоляции и кровли – гидроизоляционной оболочки.

К основным элементам зданий относят также лестницы, пандусы, оконные и дверные проемы и фонари – остекленные надстройки над проемами.

Для освещения помещений естественным светом при большой ширине здания и естественной вентиляции устраивают проемы в покрытиях – светоаэрационные фонари.

2.2. Конструктивные схемы промышленных зданий

Промышленные здания сооружают по трем конструктивным схемам: бескаркасные, каркасные и здания с неполным каркасом (с несущими стенами) (рис. 2.1).

Бескаркасные здания (рис. 2.1, а) представляют собой жесткую и устойчивую коробку из взаимосвязанных стен и перекрытий. Наружные и внутренние стены здания воспринимают нагрузки от междуэтажных перекрытий и покрытия. В бескаркасных зданиях размещают небольшие цехи с пролетами шириной до 12 м, высотой до 6 м. Многоэтажные промышленные здания по бескаркасной системе строят очень редко.

В массовом строительстве чаще применяют конструктивную схему каркасного здания, что обеспечивает более экономичные решения и применение унифицированных сборных элементов (рис. 2.1, б).

В таких зданиях несущими конструкциями является каркас из вертикальных элементов – колонн, жестко соединенных с фундаментами, горизонтальных элементов – балок междуэтажных перекрытий (ригелей), а также балок и ферм покрытий.

Жестко или шарнирно соединенные в узлах вертикальные стойки и горизонтальные элементы образуют одно- или многоярусные поперечные рамы зданий. Эти рамы в продольном направлении связывают настилами междуэтажных перекрытий и покрытий, которые обеспечивают продольную жесткость здания. Жесткость зданий дополнительно обеспечивается

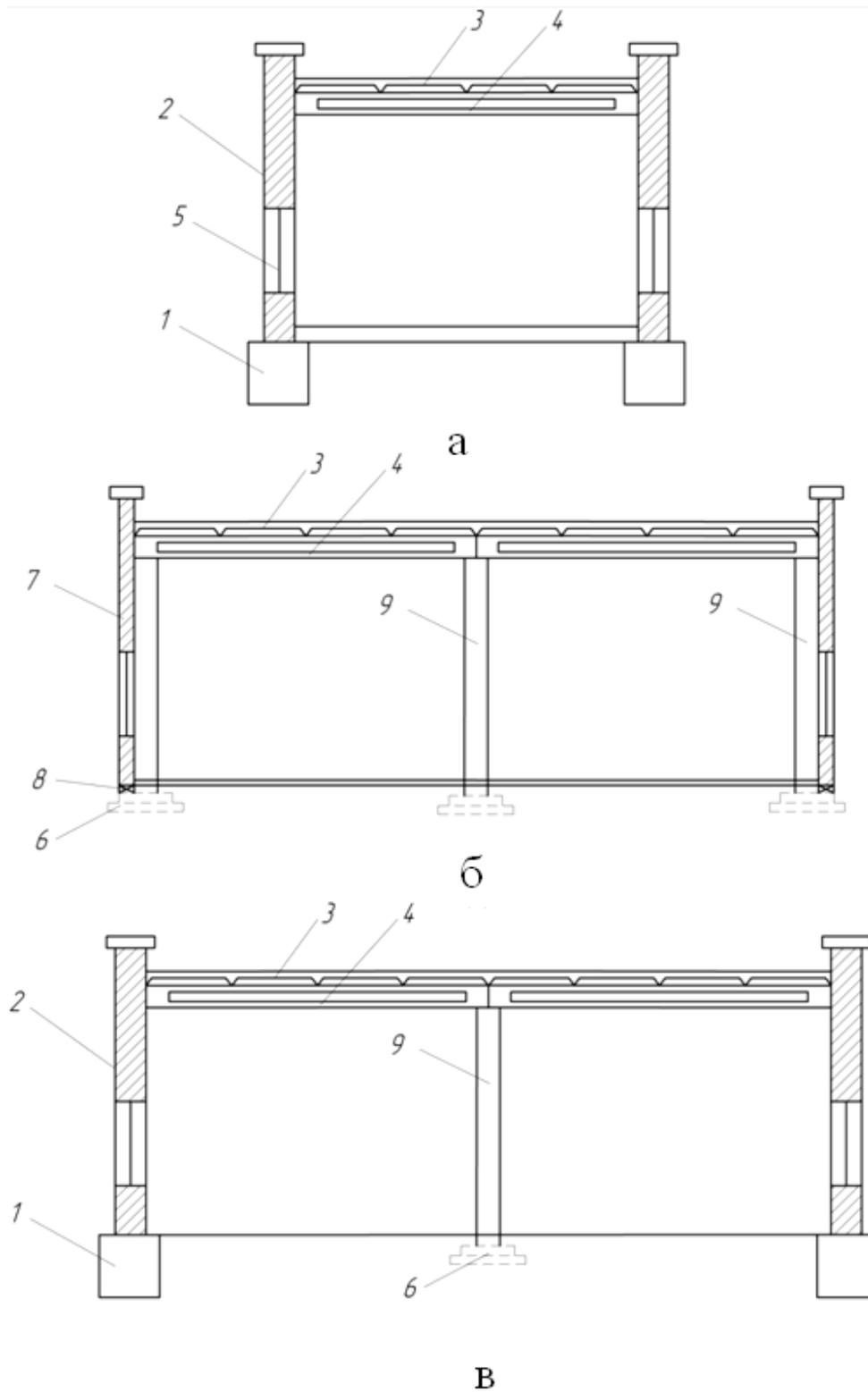


Рис. 2.1. Конструктивные схемы зданий: а – бескаркасный тип; б – каркасный тип; в – здание с неполным каркасом; 1 – ленточный фундамент; 2 – несущая стена; 3 – плита покрытия; 4 – стропильная балка; 5 – окно; 6 – фундамент стаканного типа; 7 – самонесущая стена; 8 – фундаментная балка; 9 – колонна

специальными связями, располагаемыми в вертикальной плоскости, и подкрановыми балками Самонесущие или навесные стены являются ограждающими конструкциями.

Схему зданий с неполным каркасом применяют реже. Несущими конструкциями в этом случае служит внутренний каркас и стены. Несущие стены воспринимают нагрузки от перекрытий и покрытий и выполняют функции ограждающих конструкций (рис. 2.1, в).

2.3. Привязка конструктивных элементов зданий к разбивочным осям

Привязку конструктивных элементов зданий к разбивочным осям делают по определенным правилам. Разбивочные оси, как указано выше, разделяют здание в плане на поперечные и продольные части (пролет, шаг). При этом расстояние между разбивочными осями принимается кратным соответствующим укрупненным модулям.

Правила привязки предусматривают возможность применения деталей и изделий одних и тех же типоразмеров (балок, ферм, ригелей панелей покрытия, стеновых панелей) при различном их расположении в здании, то есть в крайних или средних пролетах (рис. 2.2).

В одноэтажных зданиях, не оборудованных мостовыми кранами или с кранами грузоподъемностью до 30 т включительно, колонны, примыкающие к продольным стенам, привязывают так, чтобы наружная грань колонны совмещалась с продольной разбивочной осью (рис. 2.2, а).

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью от 30 до 50 т, при шаге колонн 6 м и высоте этажа 16,2 и 18 м наружные грани колонн смещаются на 250 мм наружу (рис. 2.2, б). В особо высоких зданиях с кранами грузоподъемностью более 50 т наружные грани колонн смещаются на 500 мм.

Колонны, примыкающие к торцевым стенам, смещаются относительно поперечной разбивочной оси внутрь здания (ось колонны смещается на 500 мм). Это выполняется с целью размещения в образовавшемся зазоре фахверка (стенового каркаса).

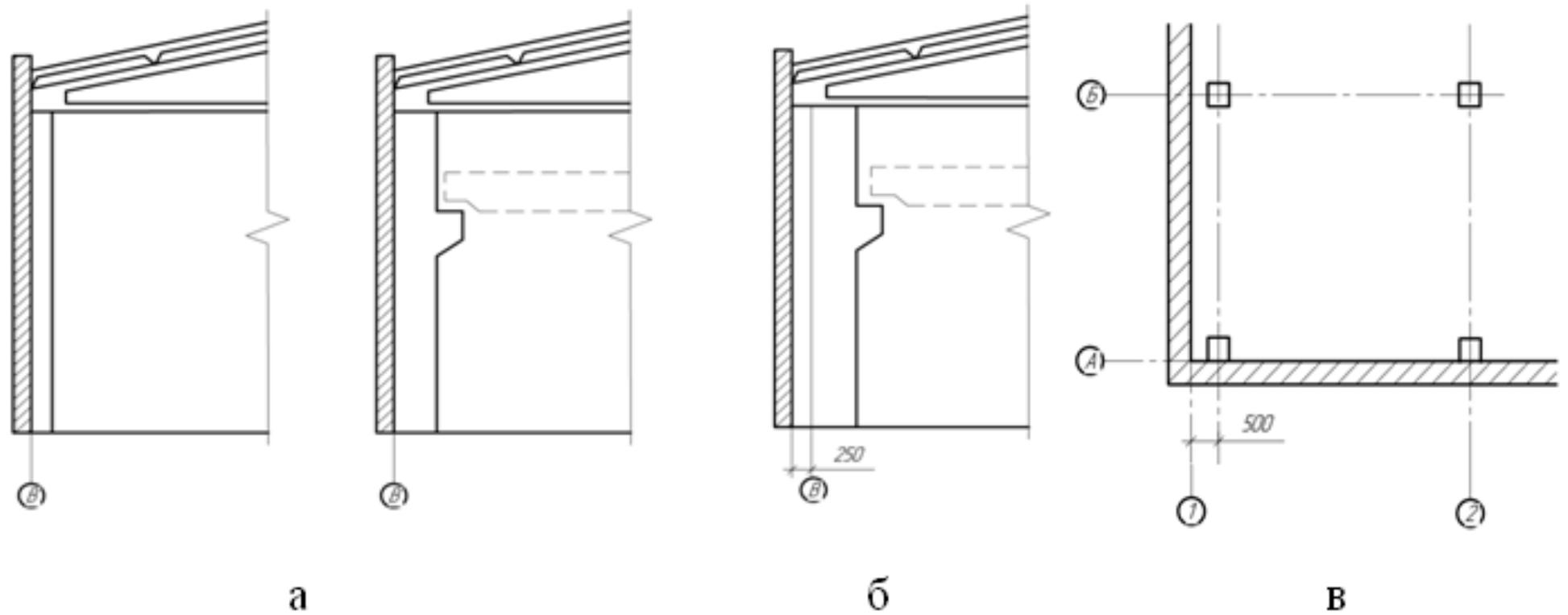


Рис. 2.2. Привязка колонн к разбивочным осям: а – нулевая привязка колонн;
 б – привязка колонн со смещением на 250 мм наружу; в – привязка торцевых колонн

Внутренние колонны располагаются на пересечении продольных и поперечных разбивочных осей (рис. 2.2, в).

2.4. Деформационные швы

При изменении температур в различное время года конструкции здания испытывают напряжения, способные деформировать здания вплоть до их разрушения. Для предотвращения указанных явлений здание делится на температурные блоки, между которыми устраивают поперечные или продольные температурные деформационные швы. Размеры температурных блоков принимают в зависимости от типа и конструкций зданий. Эти размеры указаны в табл. 2.1 [1].

При использовании унифицированных типовых секций длину блоков обычно принимают равной 72 м, так как в построении каркаса участвуют и стальные конструкции.

Кроме температурных деформаций, здание может давать неравномерную осадку в случае размещения его на неоднородных грунтах. Во избежание нежелательных деформаций устраивают осадочные швы – обычно в местах расположения температурных швов. Совмещенный шов обычно называют деформационным температурно-осадочным. Такие швы устраивают также в местах значительного перепада высот здания, примыкания зданий различной этажности и в местах примыкания нового здания к старому.

В зданиях с железобетонным каркасом в местах устройства поперечных деформационных швов обычно устанавливают парные колонны. Ось температурного шва должна совпадать с поперечной разбивочной осью, а оси колонн смещают относительно разбивочной оси на величину 500 мм (рис. 2.3, а).

Таблица 2.1. Размеры температурных блоков зданий

Тип здания	Размеры блоков, м	
	Каркас сборный железобетонный	Каркас монолитный железобетонный
Отапливаемые здания	60	50
Неотапливаемые здания	40	30
Открытые конструкции	40	30

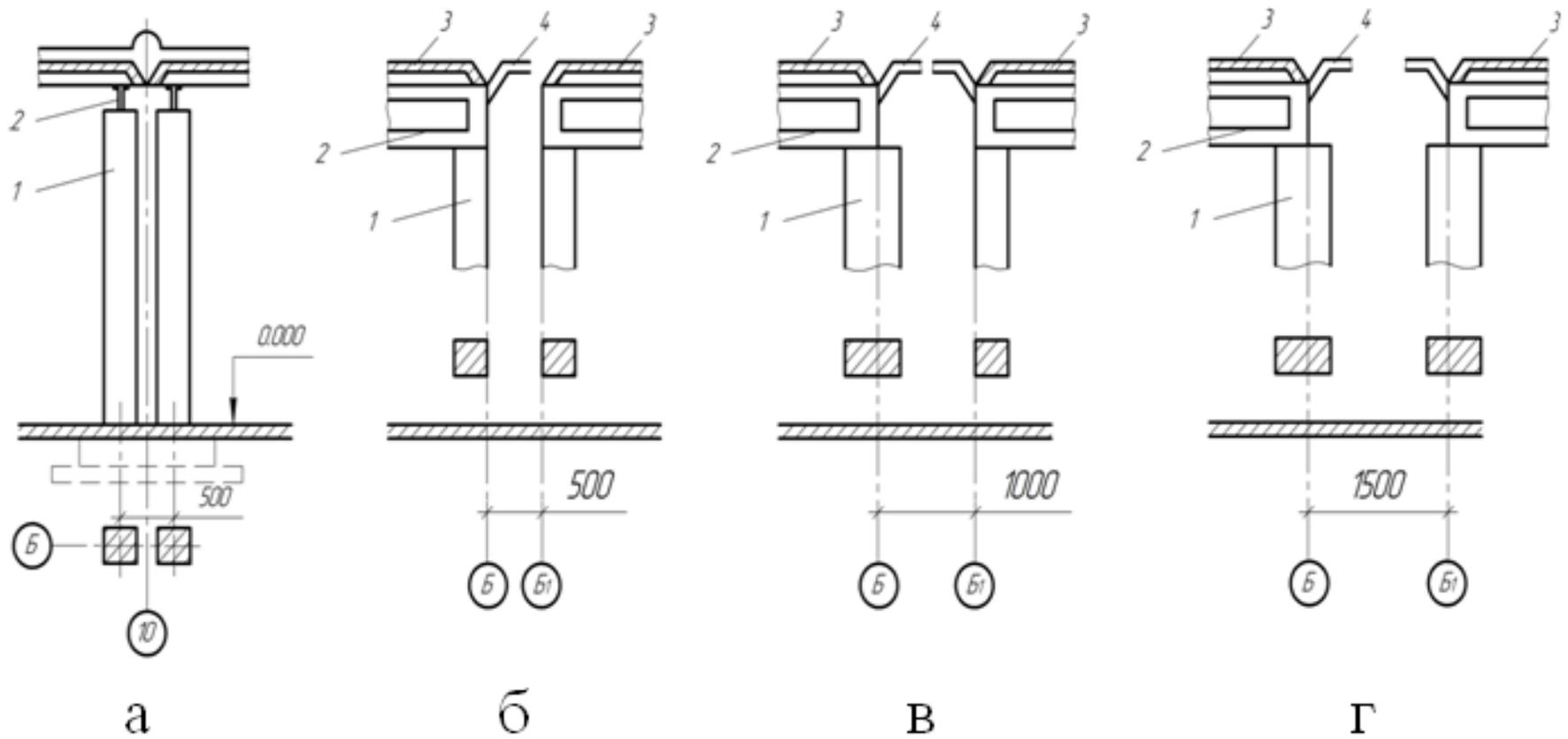


Рис. 2.3. Привязка колонн к разбивочным осям в местах деформационных швов: а – в месте поперечного шва; б, в, г – в местах продольного шва в случае колонн различного сечения; 1 – колонна; 2 – стропильная балка; 3 – плита покрытия; 4 – вставка

Продольные температурные швы устраивают также на двойных колоннах со вставкой между разбивочными осями, размеры которой принимают равными 500, 1000 и 1500 мм; шаг колонн при этом сохраняется. Для колонн сечением 400 x 400 мм применяют нулевую привязку – вставку 500 мм (рис. 2.3, б). Для других сечений колонн варианты привязки к разбивочным осям показаны на рис. 2.3, в.

Колонны устанавливают на общий фундамент при устройстве исключительно температурного шва и на отдельные фундаменты – в случае совмещения температурного и осадочного шва.

При устройстве продольных температурных швов в зданиях с металлическим и смешанным каркасом устанавливают один ряд колонн, форма одного из пролетов в этом случае должна иметь подвижное опирание.

2.5. Основания и фундаменты

Основание – совокупность грунтовых образований, воспринимающих нагрузку от фундаментов возводимого на них здания или сооружения. Основания подразделяют на естественные (пески, маловлажные глины, суглинки, супеси, различные скальные и полускальные породы), не требующие перед возведением здания предварительного упрочнения. Основания также могут быть искусственными, если грунты в естественном их виде непригодны для восприятия нагрузки от здания и требуют предварительного упрочнения различными способами (механическим, физическим или химическим).

Широкое применение находит свайный метод укрепления грунта. Этот метод способствует уменьшению как объема земляных работ, так и расхода бетона (приблизительно на 65 %) по сравнению с другими способами.

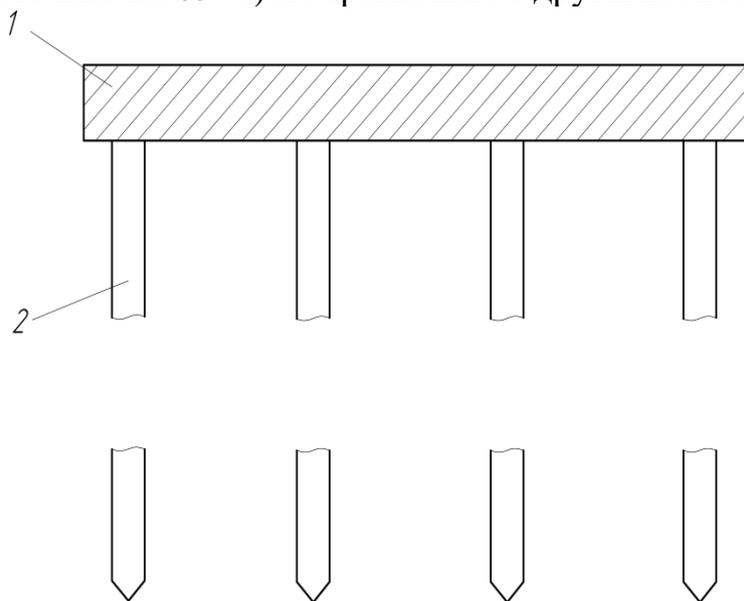


Рис. 2.4. Свайный фундамент: 1 – ростверк; 2 – сваи

Сваи представляют собой вертикальные стойки, погруженные в грунт и скрепленные сверху балками или плитами, называемыми ростверком (рис. 2.4). Сваи применяют различных типов, но особенно распространены железобетонные длиной от 3 до 6 м.

Конструкции фундаментов

Фундаментом называется подземная часть здания, предназначенная для восприятия всех нагрузок от здания и передачи их на его основание. Поверхность, ограничивающая фундамент снизу, называется подошвой фундамента; плоскость же, которая ограничивает фундамент сверху, называется его обрезами. Выше обреза фундамента начинаются стены здания. Для сооружения фундамента используют бут – естественный камень неправильной формы, бутобетон, грунтобетон и другие дешевые местные строительные материалы или их отходы. Однако данные материалы непригодны для строительства фундаментов промышленных зданий. Фундаменты промышленных зданий чаще всего выполняют из бетона и железобетона.

Конструктивно фундаменты зданий подразделяются на столбчатые, ленточные и сплошные – в виде плиты, располагающейся под всем зданием.

Столбчатые фундаменты применяют под колонны каркасных зданий [15]. При небольших нагрузках на колонну (80...100 т) и малой глубине заложения фундаменты изготавливают сборными железобетонными стаканного типа в виде одного двухступенчатого блока (рис. 2.5, а).

В верхней части имеется гнездо – "стакан" для заделки колонны. Последнюю вставляют в это гнездо и закрепляют путем заполнения пустоты раствором или бетоном на мелком заполнителе.

При заглублении внутреннего обреза фундамента на 0,7...1,0 м от уровня земли засыпку котлованов, устройство подготовки под полы и другие работы можно осуществлять только после установки и замоноличивания колонн. Это усложняет работы по возведению здания, и, чтобы избежать этого, применяют фундаменты с так называемым повышенным стаканом (рис. 2.5, б). Верхний обрез стакана располагают на 0,3...0,5 м ниже отметки «чистого» пола. При этом небольшое увеличение объема бетона при изготовлении такого фундамента компенсируется удешевлением работ по монтажу конструкций: обратную засыпку котлованов можно производить сразу, после установки фундаментов (работы нулевого цикла). В случае больших нагрузок на колонны (существенно выше 100 т) при проектировании зданий применяют составные сборные фундаменты, состоящие из башмака и плит (рис. 2.5, в). Верхний блок (башмак) фундамента выполняют с гнездом (стаканом) для заделки в него колонны. Нижние элементы фундамента представляют собой плиты сплошные или с отверстиями для уменьшения веса. Плиты укладывают в один или два ряда.

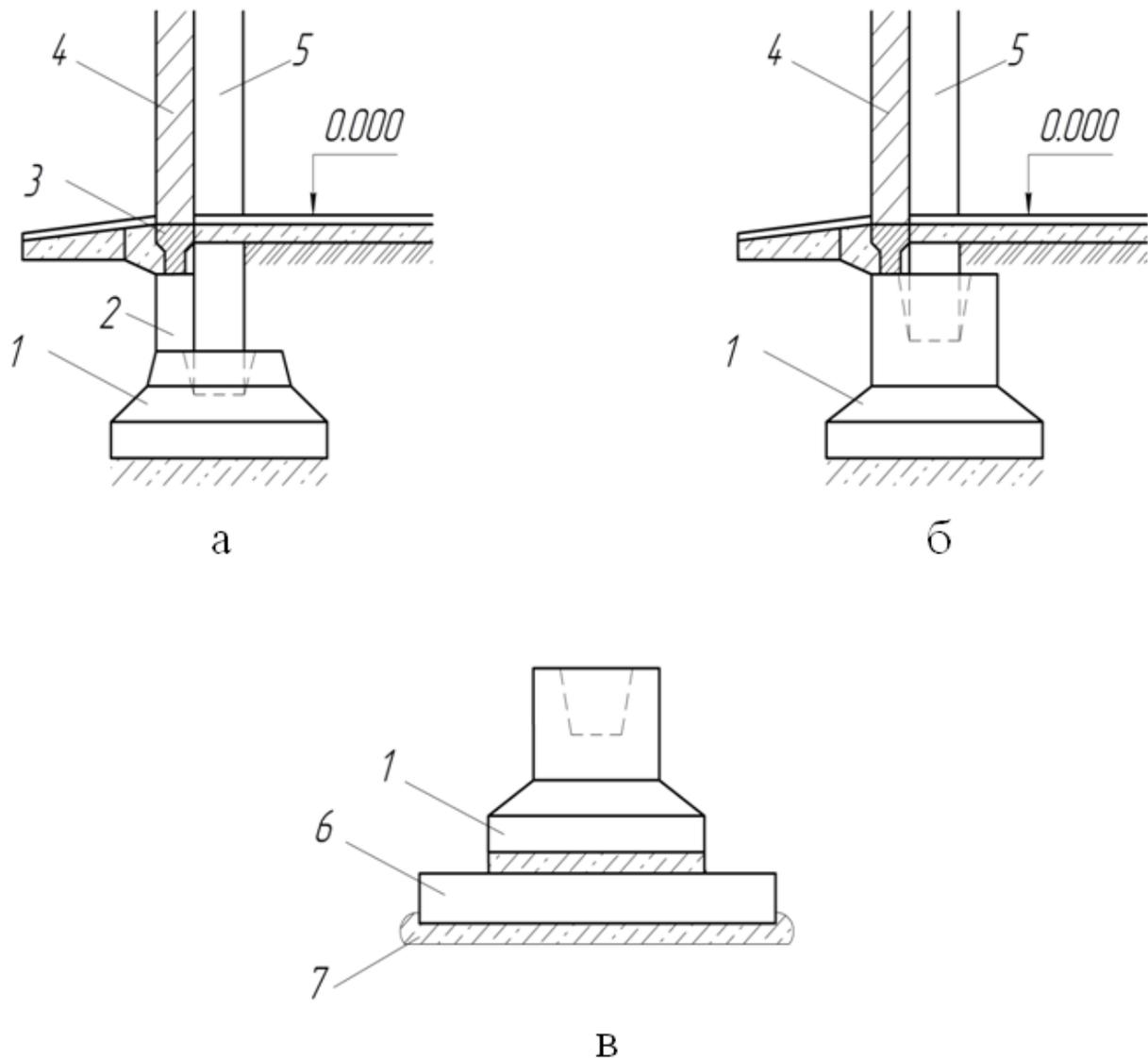


Рис. 2.5. Железобетонные фундаменты под колонны: а – стаканного типа; б – с повышенным стаканом; в – составной фундамент; 1 – фундамент стаканного типа; 2 – бетонный столбик; 3 – фундаментная балка; 4 – самонесущая стена; 5 – колонна; 6 – плита; 7 – бетонная подготовка

Когда фундаменты закладывают на большую глубину, применяют подколонники. Такой фундамент состоит из башмака со стаканом и подколонника с консолью для укладки фундаментной балки.

Главным достоинством фундаментов с подколонниками является то, что применение их позволяет выполнять все работы нулевого цикла вплоть до монтажа колонн, а недостатком – необходимость устройства дополнительного стыка колонн с подколонниками и трудность обеспечения совпадения их осей.

Широкое применение блочных железобетонных фундаментов сопряжено с рядом трудностей: разнообразие сечения колонн, широкий диапазон нагрузок, различие грунтовых условий и глубины заложения. Кроме того, велик вес

фундаментов под колонны (5 ... 100 т), поэтому применение составных фундаментов увеличивает затраты труда на их транспортировку и монтаж.

Фундаментные балки

Фундаментные балки устанавливают под наружные и внутренние стены при отдельно стоящих фундаментах [16]. Конструктивная длина балок зависит от шага колонн и глубины заложения фундамента. При малой глубине заложения и шаге колонн 6 м фундаментные балки опираются на уступы фундаментов колонн и имеют, как правило, тавровое сечение (рис. 2.6, а). В местах устройства температурных швов укладывают балки, укороченные на 500 мм. Балки изготавливают из обычного (тяжелого) бетона и армируют ненапрягаемой арматурой в виде сварных каркасов.

При большой глубине заложения фундаментов балки укладывают на подставки – бетонные столбики. Зазоры между торцами балок и фундаментами заполняют цементным раствором или бетоном.

При шаге колонн 12 м фундаментные балки армируют сварными каркасами и напрягаемой стержневой арматурой; в сечении они имеют трапециевидное сечение (рис. 2.6, б).

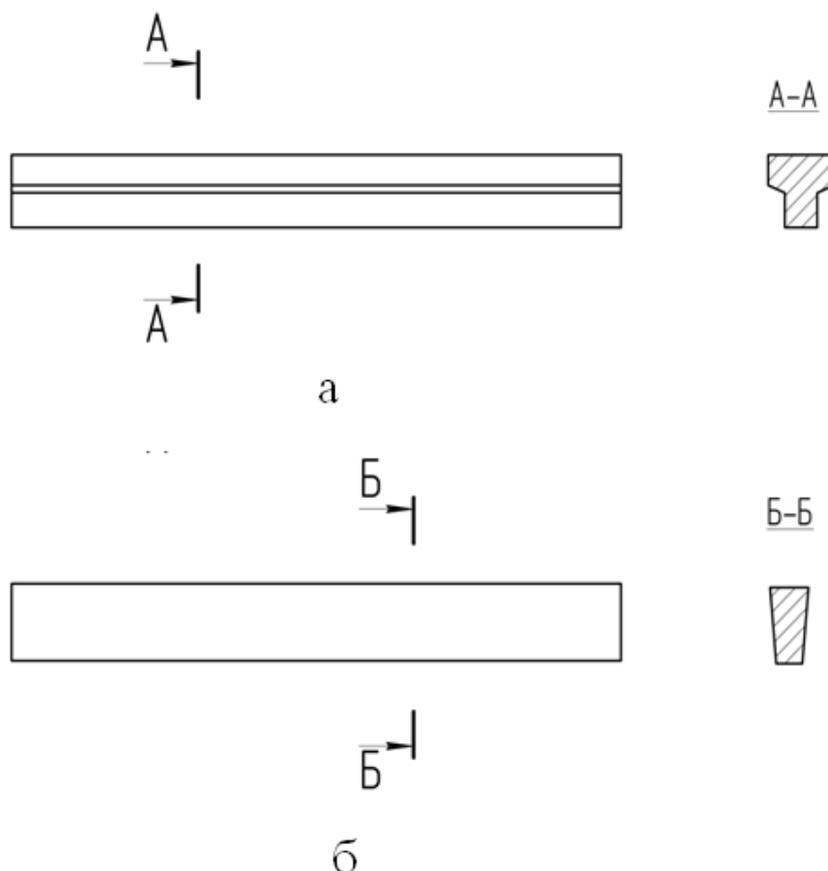


Рис. 2.6. Железобетонные фундаментные балки:
а – таврового сечения; б – трапециевидного сечения

Балки с высотой сечения 400 мм предназначены для применения под панельные стены и рассчитаны на нагрузку от собственного веса. Балки высотой 600 мм могут воспринимать расчетную нагрузку до 1800 кгс/м² от веса цоколя из кирпича или крупных блоков, а также нагрузку от остекления высотой до 7,2 м при весе стеклянных конструкций до 40 кгс/м².

2.6. Железобетонные конструкции каркаса

Каркас промышленного здания состоит из поперечных рам, образованных колоннами, опирающимися на фундаменты, поперечных стропильных балок, ферм. В продольном направлении рамы связывают между собой продольные балки, а при их отсутствии – плиты покрытия и металлические связи.

Пролеты 6 и 9 м перекрывают железобетонными балками. Пролеты 12 и 18 м целесообразно перекрывать предварительно напряженными стропильными балками и фермами.

Колонны

Колонны служат опорами для несущих элементов покрытия, междуэтажных перекрытий и передают нагрузку от этих элементов на фундаменты зданий. Колонны выполняются крайними, располагаемыми у наружных стен на различных расстояниях одна от другой, и внутренними (средними).

При проектировании одноэтажных зданий используют номенклатуру типовых сборных железобетонных колонн. Согласно ГОСТ 25628.1-2016 [17] колонны для одноэтажных зданий классифицируют в зависимости:

а) от типа сечения:

- сплошного поперечного сечения;
- сквозного поперечного сечения (двухветвевые);

б) от наличия кранового оборудования:

- бескрановые;
- крановые;

в) от наличия прохода в уровне кранового пути:

- без прохода;
- с проходом;

г) от числа консолей:

- бесконсольные;
- одноконсольные;
- двухконсольные;

д) от назначения фахверка:

- рядовые;
- торцевые.

Примеры колонн для одноэтажных зданий представлены на рис. 2.7. Для бескрановых зданий высотой до 10,8 м применяют одноветвевые колонны прямоугольного сечения. Для изготовления колонн используют тяжелый бетон, а при их расчете учитывают прочность бетона на сжатие.

Размеры сечения колонн применяют следующие: для крайних и средних колонн при шаге 6 м, пролетах до 24 м и высоте этажа до 7,2 м – 400 х 400 мм; для крайних колонн при том же шаге и пролетах и высоте этажа до 10,8 м – 500 х 500 мм, для средних колонн – 500 х 600 мм.

Высота таких колонн включает их заглубление до 900 мм ниже отметки «чистого» пола, при этом верхний обрез фундамента должен иметь отметку – (минус) 0,150 м. Общая высота колонн составляется из высоты надземной (равна высоте этажа) и подземной части (равна 900 мм).

Для каркасов одно- и многопролетных зданий, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью 10 т и более, с пролетами 18 и 12 м и высотой этажа 8,4, 9,6, 10,8 м, применяют колонны прямоугольного сечения. Крайние колонны имеют односторонние консоли, а средние – две консоли для укладки подкрановых балок. В зависимости от шага колонн и их расположения сечение может колебаться от 400 х 600 мм до 500 х 800 мм. При этом общая высота колонн складывается из надземной части (соответствует высоте этажа) и подземной части (равна 1000 мм).

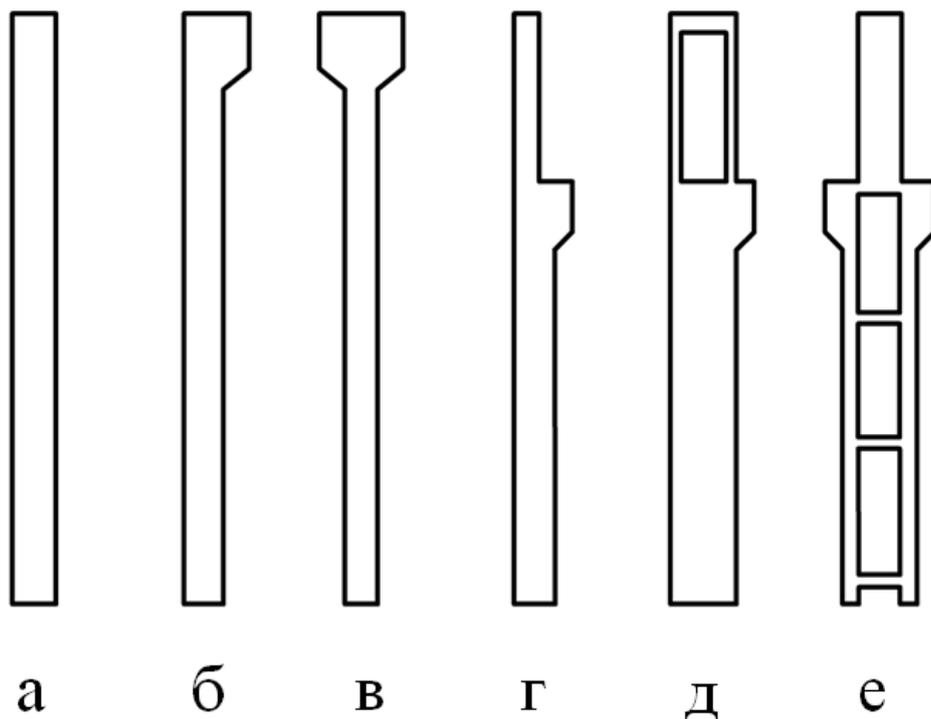


Рис. 2.7. Виды железобетонных колонн для одноэтажных промышленных зданий: а – колонна бесконсольная; б – колонна одноконсольная; в – колонна двухконсольная; г – колонна крановая одноконсольная; д – колонна крановая с проходом одноконсольная; е – колонна сквозного сечения (двухветвевая) двухконсольная

Для сооружения многоэтажных зданий также применяют типовые сборные железобетонные колонны (рис. 2.8) [18]. По высоте различают колонны двухэтажной и поэтажной разрезки – высотой на один этаж.

Для двух нижних этажей, а также третьего и четвертого высотой 3,6 и 4,8 м, как правило, применяют колонны только двухэтажной разрезки. Колонны же поэтажной разрезки используют при высоте третьего этажа 6 м и более.

По месту установки колонн в здании их подразделяют на крайние, располагаемые у стен здания, и средние, размещаемые в центральной части здания. Крайние колонны имеют консоли с одной стороны, средние – с двух сторон. На консоли опираются ригели (балки) междуэтажных перекрытий и покрытий.

Колонны нижних этажей предусматривают заделку их в стаканные фундаменты на глубину 0,6 ... 1 м. Размер между консолями принимают равным высоте этажа. Расстояние от консоли до верхнего конца колонны равно 1780 мм у колонн средних этажей и 720 мм – у колонн верхнего этажа. Таким образом, стыковку колонн производят на высоте 1,0 или 0,6 м от плоскости плит перекрытия. Это обеспечивает наименьшие усилия, возникающие в месте стыка.

Сечение колонн – прямоугольное (600 х 400 мм и 400 х 400 мм), причем у колонн нижних этажей сечение составляет строго 600 х 400 мм. Переход же на сечение 400 х 400 мм находится на уровне верхней плоскости консоли второго этажа.

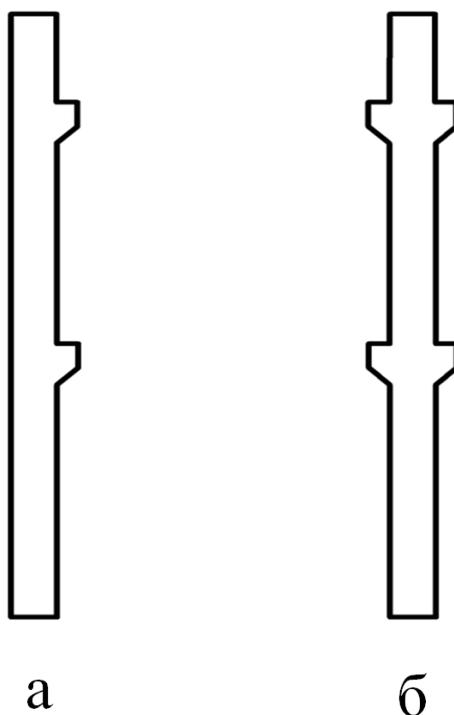


Рис. 2.8. Железобетонные колонны для многоэтажных зданий:
а – одноконсольная; б – двухконсольная

Ригели

Ригели (балки междуэтажных перекрытий) изготавливают двух типов (рис. 2.9) [19]: для опирания плит на полки и для опирания плит на верхнюю плоскость ригеля. Ригели второго типа отличаются от ригелей первого типа формой поперечного сечения (прямоугольное).

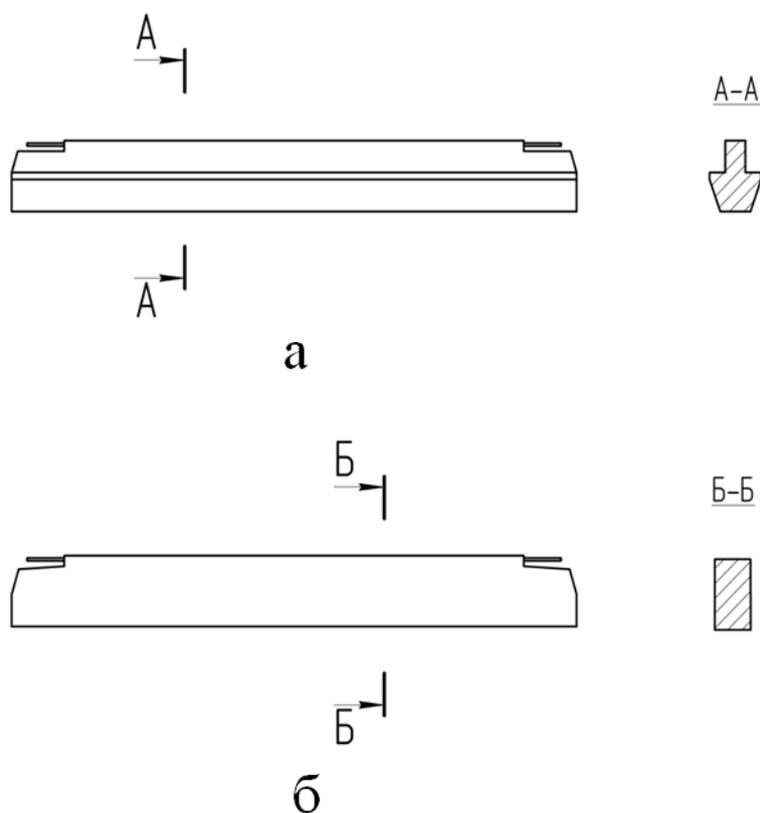


Рис. 2.9. Ригели междуэтажных перекрытий:
а – с полками для опирания плит; б – бесполочные

Длина ригелей зависит от их расположения в здании (крайние, средние), а также и по этажам, что связано с сечением колонн.

Ригели для пролетов 6 м изготавливают без предварительного напряжения арматуры, а для пролетов 9 м, напротив, с предварительным напряжением нижних стержней.

Междуэтажные перекрытия

Перекрывают этажи друг от друга с помощью железобетонных ребристых плит. Плиты бывают трех типов в зависимости от их расположения (рис. 2.10): рядовые, межколонные и пристенные [20,21].

Все типы плит имеют одинаковую длину 5650 мм, однако их ширина отличается: для рядовых она составляет 2985 мм, для межколонных – 1485 мм и для пристенных – 935 мм.

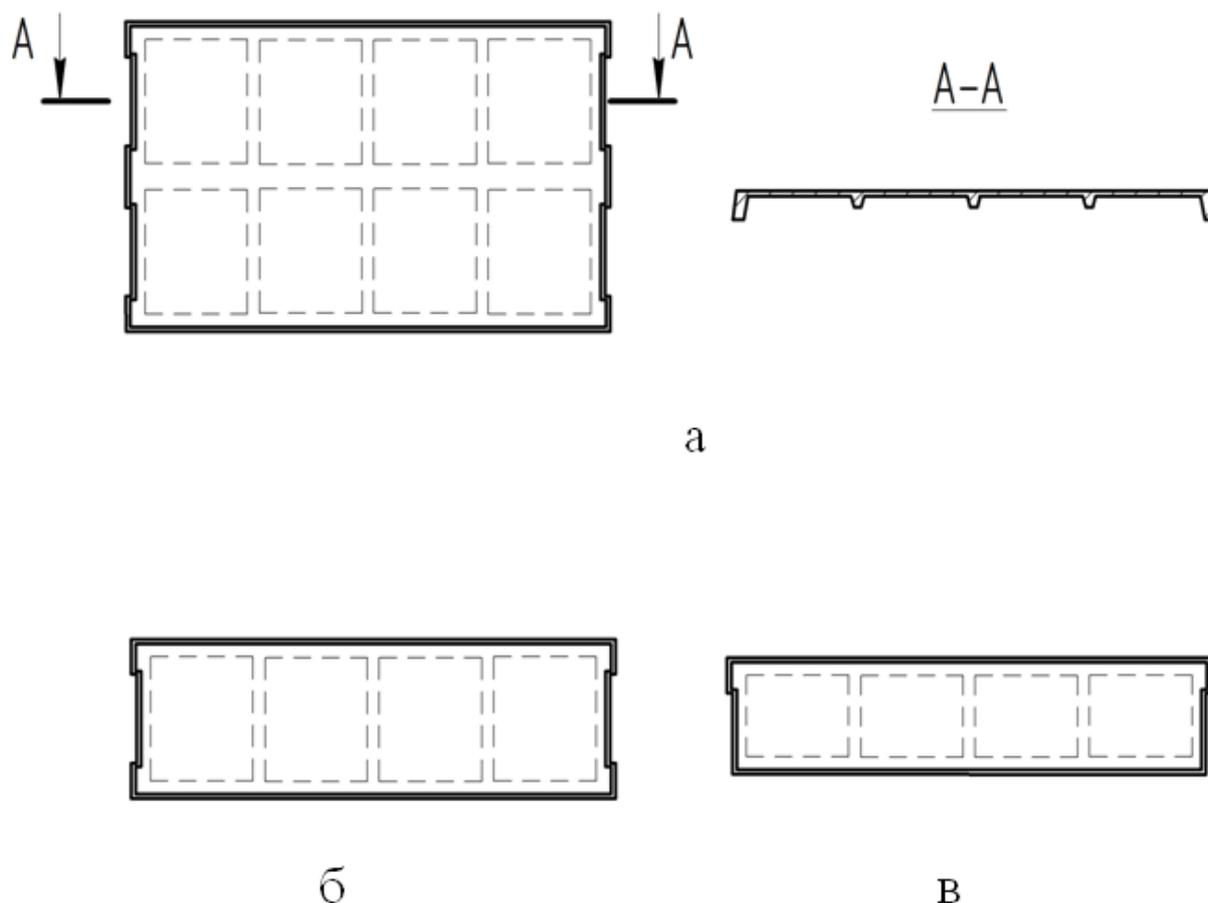


Рис. 2.10 – Железобетонные ребристые плиты перекрытий:
а – рядовая; б – межколонная; в – пристенная

При использовании ригелей с полками установка плит проводится на полки, в случае же ригелей прямоугольного сечения плиты укладывают по верху их. В продольных ребрах железобетонных плит могут быть выполнены отверстия диаметром 35 мм, предназначенные для подвешивания к перекрытиям электропроводки, вентиляционных или других трубопроводов с нагрузкой на одно отверстие не более 3 т. Для пропускания через перекрытие трубопроводов или другого технологического оборудования в полке плит выполняют отверстия диаметром до 200 мм.

Прикрепление плит к ригелям достигается за счет того, что в концах продольных ребер снизу имеются закладные детали в виде отрезков прокатных уголков. Соединение плит друг с другом по их углам (вверху) осуществляют с помощью закладных деталей в виде отрезков полосовой стали.

Несущие конструкции покрытия

В качестве несущих конструкций покрытий одноэтажных промышленных зданий широко применяются железобетонные и стальные балки и фермы. Для многоэтажных зданий при укрупненной сетке колонн верхних этажей используются также балки и фермы, где размещается подъемно-транспортное оборудование (кран-балки, мостовые краны, электротали, монорельсы, конвейеры и т.д.) и провисающее тяжелое оборудование (реакторы, фильтры, бункеры и др.). В других случаях несущими конструкциями покрытия являются ригели, на которые укладывают ребристые плиты покрытия.

Выделяют следующие типы конструктивных решений стропильных балок:

- с параллельными поясами;
- односкатные;
- двускатные.

Пролеты в 6, 9, 12 м часто перекрывают односкатными балками или балками с параллельными поясами. Для перекрытия зданий с пролетами 6 и 9 м используют балки с ненапряженной арматурой. Они, как правило, имеют тавровое или двутавровое сечение и в опорных узлах вертикальные ребра жесткости. Балки таврового сечения с параллельными поясами имеют длину 5960 мм, а балки с параллельными поясами двутаврового сечения (рис. 2.11, а) могут выполняться длиной 8960 и 11960 мм.

Для устройства покрытий зданий с пролетом 12 м и более применяют балки с предварительно напряженной арматурой. Такие балки рассчитаны на подвесной транспорт в виде двух кран-балок грузоподъемностью до 1,5 т и нагрузку покрытий от 350 до 550 кгс/м².

Кроме односкатных балок, широкое применение нашли двускатные балки. Их используют для зданий с «ломаным» покрытием и пролетами 12, 15, 18 и 21 м. Двускатные балки бывают двутаврового сечения (рис. 2.11, б) либо могут быть решетчатыми (рис. 2.11, в). Такие балки изготавливают с предварительно напряженной арматурой. Напряженную арматуру обычно располагают в нижнем поясе и частично в вертикальной стенке. Балки изготавливают из бетона марок 300, 400 или 500.

Для двускатных балок двутаврового сечения по ГОСТ 20372-2015 [22] предусмотрена длина 14960, 17960 и 20960 мм, а для решетчатых балок – 11960 и 17960 мм.

В вертикальной стенке стропильных балок двутаврового сечения предусматривают отверстия диаметром 50 мм с шагом 1000 мм, предназначенные для подвешивания электропроводки или осветительной арматуры. Для опирания балок на колонны или стены в опорных узлах имеются закладные детали в виде металлических листов.

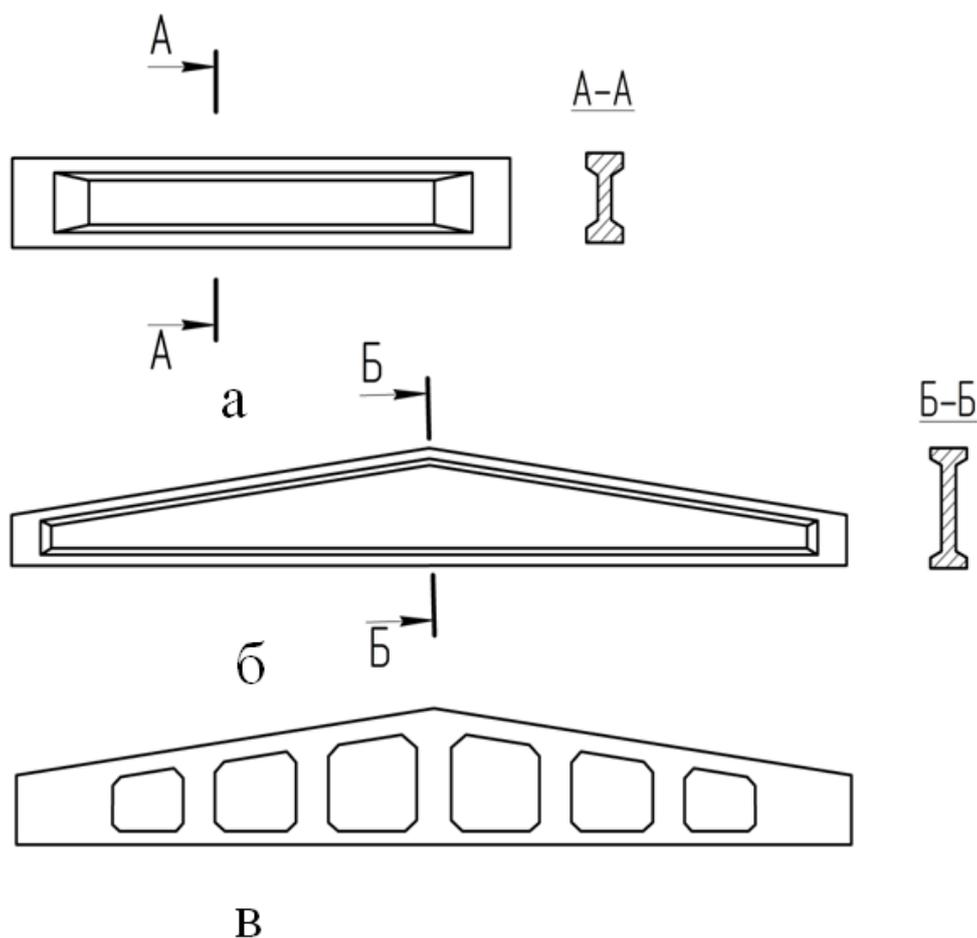


Рис. 2.11. Железобетонные стропильные балки: а – двутавровая для покрытий с плоской кровлей; б – двутавровая для покрытий с уклонной кровлей; в – решетчатая

Помимо стропильных балок для перекрытия пролетов промышленных зданий могут быть использованы стропильные фермы. Фермой называется изделие, состоящее из наружного контура и решетки. Контур фермы образуют два пояса, работающие на изгиб, а решетка, представленная раскосами (наклонные элементы) и стойками (вертикальные элементы), воспринимает осевые нагрузки. Стропильные фермы выпускаются предварительно напряженными.

Основные виды железобетонных стропильных ферм представлены на рис. 2.12. Выделяют следующие типы конструктивных решений стропильных ферм:

- раскосные сегментные для покрытий со скатной кровлей;
- безраскосные сегментные для покрытий со скатной и малоуклонной кровлей;
- безраскосные треугольные для покрытий со скатной кровлей;
- полигональные для покрытий с малоуклонной кровлей.

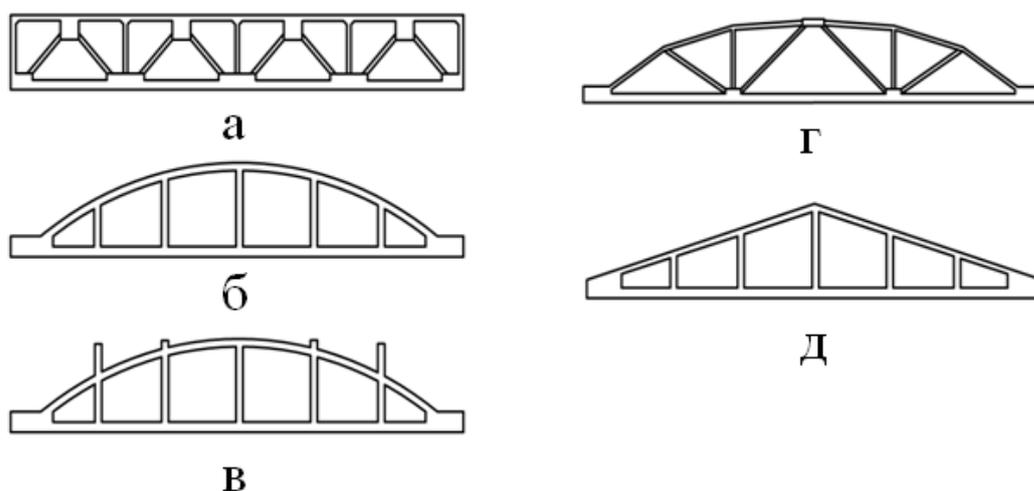


Рис. 2.12. Железобетонные стропильные фермы: а – полигональная; б – безраскосные; в – сегментная; г – безраскосная треугольного очертания

Согласно ГОСТ 20213-2015 [23], безраскосные фермы треугольного очертания выполняются длиной 5960, 8960, 11960, 14960 и 17960 м, сегментные, полигональные и безраскосные фермы – длиной 17940 и 23940 м. Для перекрытия пролетов большей длины используются стальные фермы. При строительстве зданий пищевой промышленности стропильные фермы используются, как правило, для перекрытия пролетов от 18 м (включительно), а стропильные балки – при длине пролета от 6 до 18 м (включительно).

В случае, когда шаг колонн превышает шаг стропильных конструкций, (например, колонны имеют шаг 12 м, а стропильные конструкции – 6 м) используют подстропильные балки и фермы. Шаг колонн более 6 м проектируют для увеличения полезной площади цеха. Подстропильные конструкции образуют промежуточные опоры для расположенных с шагом 6 м стропильных конструкций. Подстропильные конструкции изготавливают из того же материала (железобетон, сталь), что и стропильные.

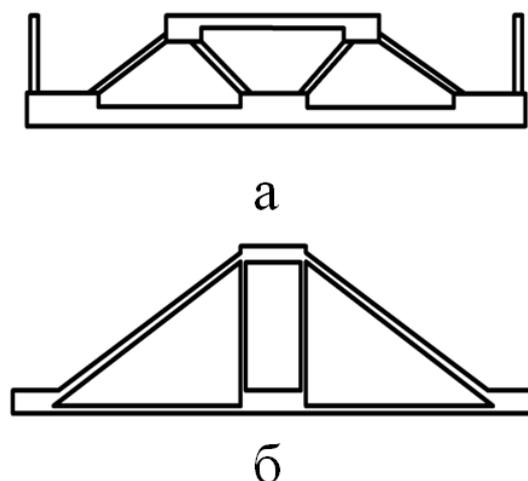


Рис. 2.13. Железобетонные подстропильные фермы покрытий зданий со скатной (а) и малоуклонной (б) кровлей

Железобетонные подстропильные фермы используются в скатных покрытиях зданий при шаге колонн 12 м и со стропильными конструкциями, представленными железобетонными фермами, установленными с шагом 6 м. Железобетонные подстропильные фермы устанавливаются на колонны вдоль здания, перпендикулярно стропильным конструкциям. Железобетонные подстропильные фермы имеют горизонтальный нижний и ломаный верхний пояса. Стойки у опор предназначены для опирания плит покрытия. Подстропильные фермы, примыкающие к торцевым стенам и деформационным швам, изготавливаются укороченными.

Железобетонные подстропильные фермы изготавливаются в двух вариантах: для скатного (рис. 2.13, а) и малоуклонного покрытия (рис. 2.13, б). Длина подстропильных железобетонных ферм для скатного покрытия, согласно ГОСТ 20213-2015 [23], составляет 11960 и 11860 мм, а длина ферм для малоуклонного покрытия – 11960 и 11780 мм.

2.7. Ограждающие элементы зданий

К ограждающим конструкциям, помимо плит перекрытий, относят настил покрытия, стены, перегородки, пол, двери, ворота, окна и фонари.

Настил покрытия

Настил покрытия для отапливаемых зданий включает пароизоляцию, утеплитель, выравнивающий слой и кровлю. При устройстве «холодных» покрытий над неотапливаемыми помещениями или помещениями, выделяющими большое количество тепла, элементы покрытия не имеют утеплителя.

Настил промышленных зданий выполняют на железобетонных ребристых плитах покрытия (рис. 2.14) [24], которые, в свою очередь, укладывают на стропильные конструкции. Плиты имеют координационные размеры 1,5x12, 3x12, 1,5x6 и 3x6 м, их изготавливают предварительно напряженными, а сборные ребристые и плоские – с ненапрягаемой арматурой. В плитах покрытия можно выполнять проемы для выпуска вентиляционных шахт, установки зенитных и светоаэрационных фонарей и легко сбрасываемых конструкций.

Пароизоляцию укладывают на железобетонные ребристые плиты. Назначение пароизоляции – предотвратить проникновение в вышележащий слой утеплителя воды, которая образуется в результате конденсации, водяных паров, находящихся в воздухе помещения.

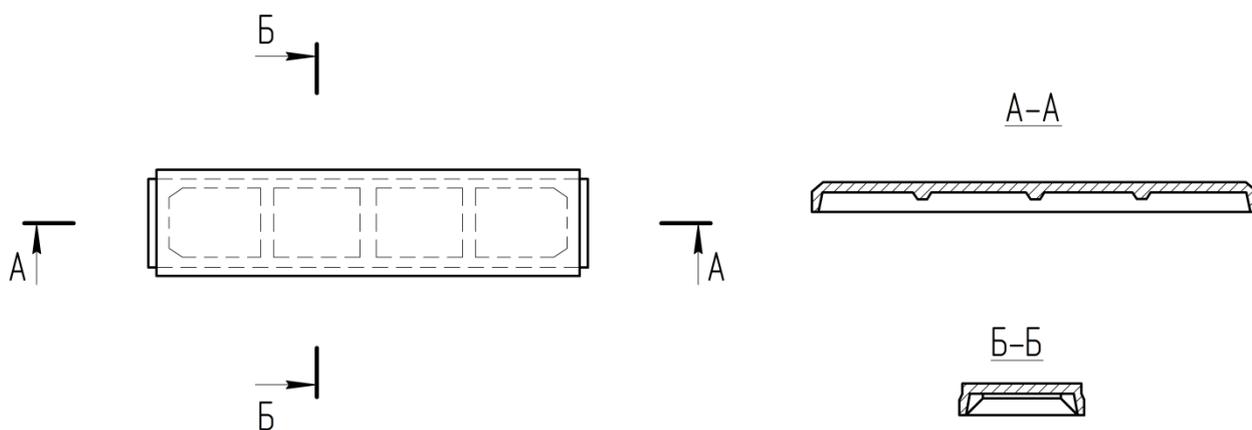


Рис. 2.14. Железобетонная плита покрытия

Вода заполняет поры (ячейки) утеплителя, в результате чего коэффициент теплопроводности материала изоляции резко возрастает и перестает выполнять свои функции.

В качестве пароизоляции чаще всего используют рулонные материалы – рубероид, гидроизол, наклеиваемые на поверхность ребристых плит. Пароизоляцию можно выполнять также на основе горячей битумной мастики. Выбор типа пароизоляции зависит от влажности воздуха в помещениях и наружного воздуха в наиболее холодное время года.

Теплоизоляционный слой (утеплитель) укладывают на пароизоляцию, а его толщину устанавливают расчетным путем. В качестве утеплителя применяют материалы с объемной массой 300...500 кг/м³. Подобными материалами являются пено- и газобетон, керамзитобетон, газо- и пеносиликаты, пеностекло, пенополистирол. В виде плит или блоков можно применять также цементный фибролит, минеральную вату.

Выравнивающий слой (стяжка) служит основанием под рулонную кровлю. Стяжку делают из цементного раствора или мелкозернистого асфальтобетона. При этом выравнивающий слой должен быть гладким и жестким. Толщину стяжки, укладываемой по жесткому теплоизоляционному покрытию из плит, принимают равной 15...25 мм. Цементная стяжка сразу после устройства покрывается холодной битумной грунтовкой, что предохраняет ее от растрескивания и обеспечивает в дальнейшем лучшее сцепление с рулонным ковром.

С целью предотвращения растрескивания асфальта в зимнее время стяжки из асфальтобетона устраивают с температурно-осадочными швами. Основание обычно разрезают швами толщиной 10 мм на квадраты размером 4х4 м, а сами швы заклеивают полосками из рулонного материала с одной стороны.

Кровля промышленных зданий выполняется из рулонных кровельных материалов. С этой целью используют рубероид, гидроизол, стеклорубероид. Рулонные материалы склеивают в единый ковер.

Для скатных покрытий ковер приготавливают в виде слоев рубероида или гидроизола, последовательно наложенных друг на друга, в количестве трех. Иногда применяют два ковра: двухслойный нижний и однослойный верхний.

Кровлю плоских покрытий с уклоном 2...3 % устраивают из четырех слоев рулонных материалов.

Гидроизоляционные ковры наклеивают с помощью битумных или дегтевых мастик.

При использовании в качестве теплоизоляционных плит пенополистирола для наклеивания ковра применяют специальные мастики или клеевые составы.

Для защиты ковра от солнечных лучей его покрывают защитным слоем из светлого гравия с крупностью зерен 5...10 мм, втопленного в битумную мастику. Такой защитный слой, отражающий солнечные лучи, обеспечивает сохранность ковра.

При устройстве водоизоляционного ковра из стеклорубероида на плоских покрытиях укладывают три слоя, на скатных – два слоя с использованием битумных мастик.

Гидроизоляцию покрытий выполняют из битумных или резинобитумных мастик с прокладками из стеклохолста. При уклонах до 10 % укладывается три слоя мастики с тремя армирующими прокладками, при уклонах от 10 до 15 % – по два слоя мастики и прокладок.

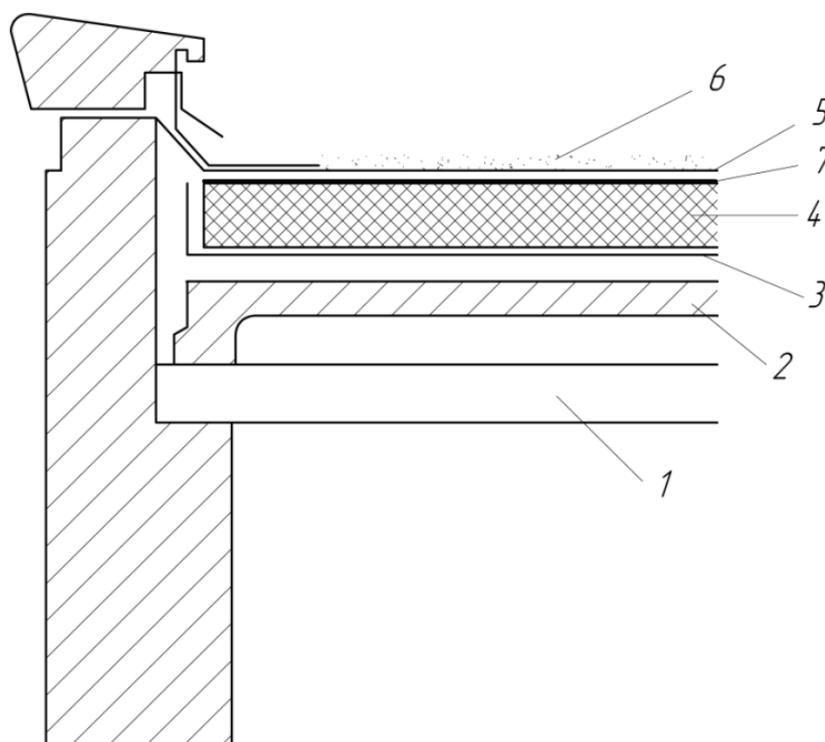


Рис. 2.15. Устройство покрытия производственного здания:
1 – стропильная конструкция; 2 – плита покрытия; 3 – пароизоляция;
4 – теплоизоляция; 5 – водозащитный слой; 6 – гравийное покрытие;
7 – выравнивающий слой

Для легких покрытий применяют профилированные стальные оцинкованные листы высотой 65...80 мм и шириной 600...1000 мм, укладываемые по прогонам через 3 м. Поверх листов укладывают легкий синтетический утеплитель и наклеивают рулонный ковер. Кроме того, применяют тонкие асбестоцементные плиты с утеплителем из минераловатных материалов, по которым наклеивают ковер.

На неотапливаемых зданиях (складские помещения и производственные цехи с большими тепловыделениями) устраивают покрытия с кровлями из асбестоцементных волнистых листов. Листы укладывают в один слой по предварительно напряженным железобетонным прогонам таврового сечения.

В современных производственных зданиях устраивают бесчердачные покрытия. Покрытия могут быть скатными и плоскими. Так, на рис. 2.15 изображена конструкция плоского покрытия производственного здания.

В местах примыкания кровли к стенам, деформационным швам и выступающим деталям рулонный ковер поднимают не менее чем на 150 мм и прикрывают фартуками из оцинкованного железа. Вентиляционные короба в местах примыкания к кровле оклеивают прочной тканью, пропитанной мастикой.

Стены и перегородки

Стены предназначены для защиты здания и помещений от атмосферного воздействия, а также деления здания на части (цехи, помещения, комнаты и т.д.).

Стены зданий состоят из отдельных конструктивных элементов. Нижняя часть стены, расположенная между верхней плоскостью фундамента и уровнем пола первого этажа, называется цоколем. Возвышающаяся часть стены здания над покрытием называется парапетом.

Стены подразделяются на три группы:

- несущие;
- самонесущие;
- ненесущие (навесные).

Несущими называются стены, которые способны воспринимать нагрузку от ветра, междуэтажных перекрытий, покрытия здания и производственного оборудования. К этой категории относят кирпичные стены и стены из мелких и крупных бетонных блоков.

Часто толщину кирпичных стен промышленного здания выбирают равной 380 мм (в полтора кирпича), 510 мм (в два кирпича), 640 мм (в два с половиной кирпича) и 770 мм (в три кирпича). Стандартные размеры керамического и силикатного кирпичей составляют 250x120x65 мм. Длинные боковые

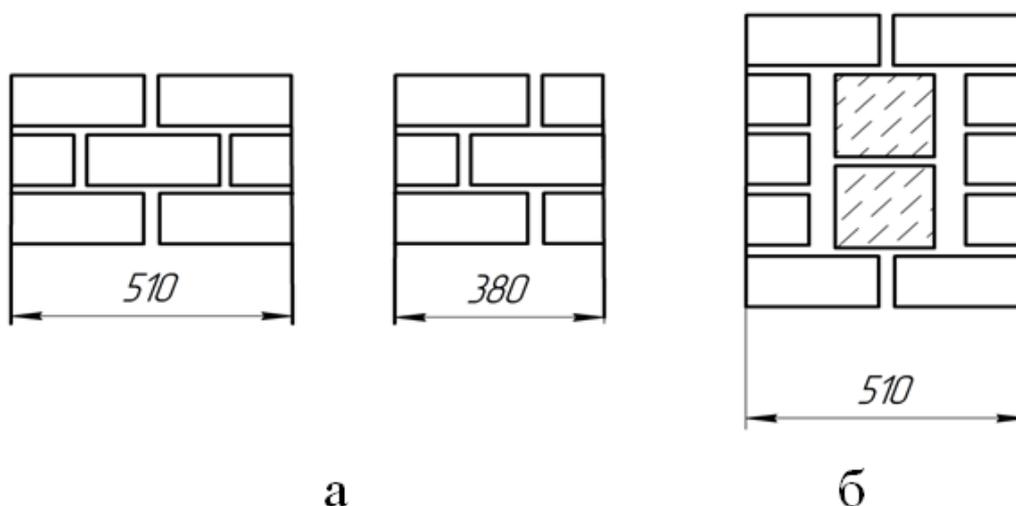


Рис. 2.16. Схемы поперечных разрезов кирпичных стен: а – стены в два и полтора кирпича; б – облегченные стены в два кирпича

поверхности кирпича называются ложками, короткие – тычками, а верхняя и нижняя плоскости – постелью. В целях экономии кирпича и повышения теплоизоляционных свойств стен между кирпичами укладывают вкладыши (рис. 2.16).

Самонесущие стены отличаются от несущих тем, что они способны нести нагрузку только от собственного веса, передавая ее на фундамент, и воспринимать ветровую нагрузку. Такими стенами являются панельные. Панели выполняются из легких бетонов, например, керамзитобетона, ячеистого бетона и др. лёгких материалов ($800 \dots 1200 \text{ кг/м}^3$). Толщина панелей может принимать значения 160, 200, 240 и 300 мм; длина – 5980 и 11970 мм. Они имеют вид железобетонных ребристых плит высотой 1185 и 1785 мм. Эти размеры характерны для неутепленных панелей. Панели длиной 6 м армируют плоскими, сварными каркасами и сетками, а панели длиной 12 м – напряженной арматурой, которую закладывают в ребра (рис. 2.17).

Утепленные панели применяют для стен отапливаемых промышленных зданий. Они могут быть двух типов: сплошными (однослойными) из легких или ячеистых бетонов ($700 \dots 850 \text{ кг/м}^3$) и трехслойными – из двух железобетонных плит со слоем утеплителя между ними (рис. 2.18) [25]. В качестве утеплителя используют минераловатные плиты с объемной массой 300 кг/м^3 . Для самонесущих утепленных стен толщиной 300 и 400 мм, опирающихся на фундаментные балки, предусматривают простеночные панели шириной 2980 и 1480 мм. Эти панели используют для выполнения оконных проемов шириной 3 и 4,5 м.

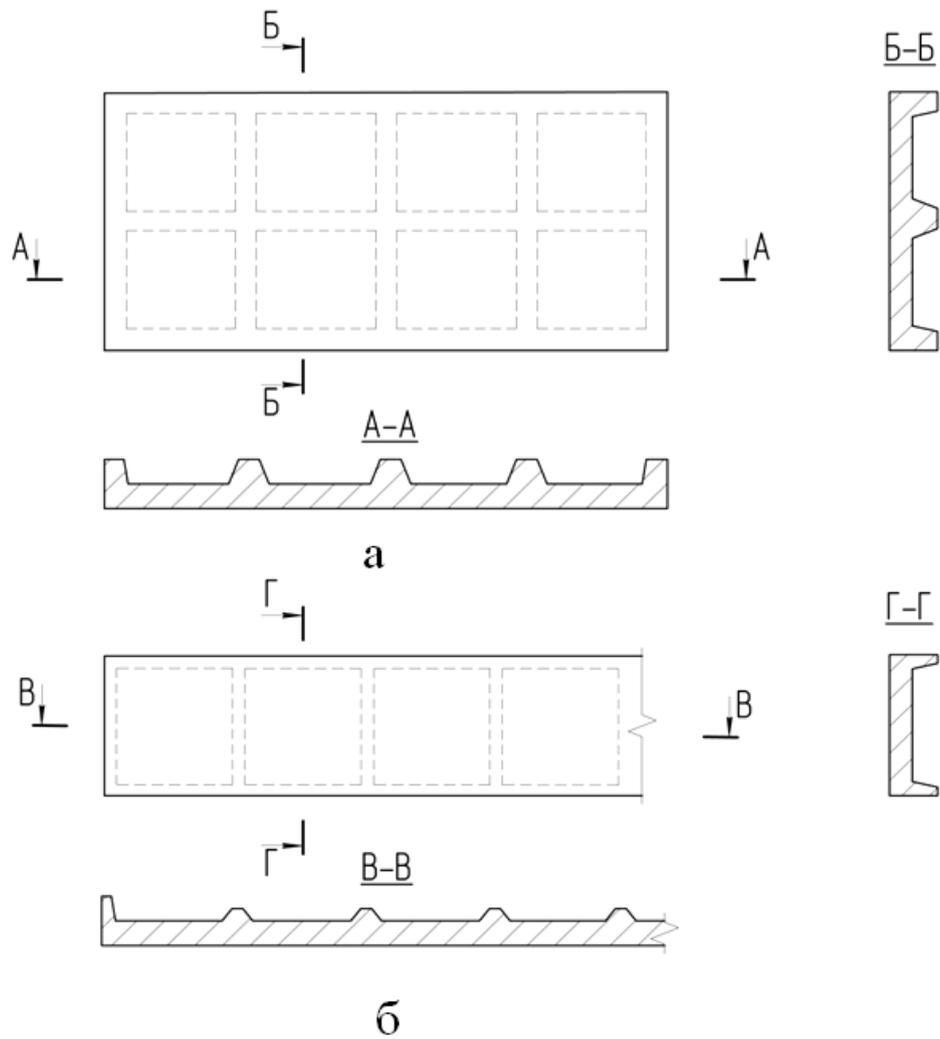


Рис. 2.17. Неутепленные железобетонные ребристые стеновые панели: а – панель длиной 6 м; б – панель длиной 12 м

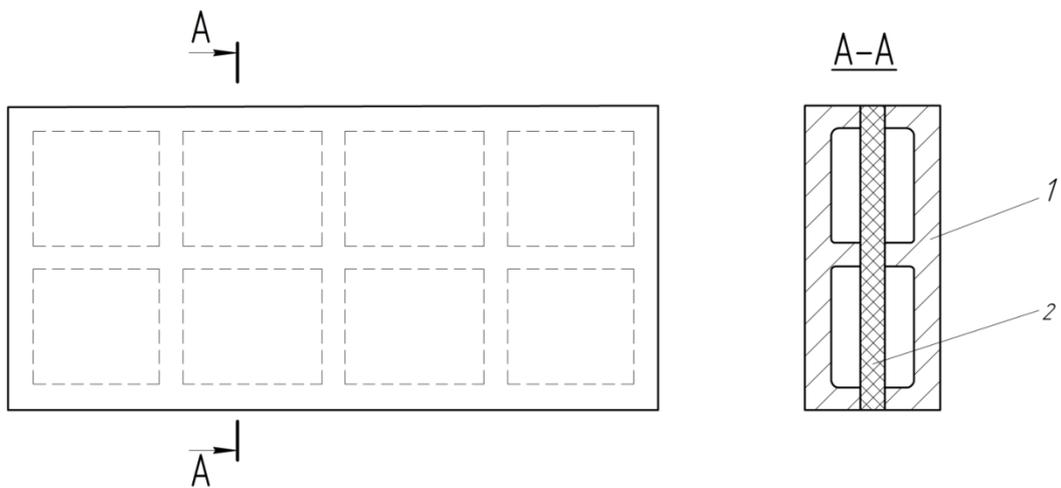


Рис. 2.18. Утепленная стеновая панель:
1 – железобетонная ребристая плита; 2 – утеплитель

Ненесущие стены способны нести лишь нагрузку от собственного веса в пределах этажа и опираются, как правило, на каркас. Они выполняют функцию ограждения. Ненесущие панели можно выполнять из ячеистых бетонов (газобетона, пенобетона).

Перегородками называют внутренние самонесущие или ненесущие стены, которые делят помещение на более мелкие части. Крепление перегородок осуществляется к полу, потолку или к колоннам здания. В ряде случаев, особенно при большой высоте помещения, перегородки не доводят до потолка и крепят лишь к полу и колоннам. Перегородки могут быть гипсобетонными, из стеклоблоков и других материалов.

Толщина их обычно принимается в пределах 60...100 мм. При устройстве перегородок из шлакоблоков их толщина несколько увеличивается.

Сборные железобетонные перегородки состоят из несущих стоек, щитовых панелей, а также нижних и верхних обвязок и фундаментных плит. Металлические перегородки собирают из стальных щитов.

В последнее время популярны пластмассовые перегородки из слоистых стеклопластиков.

Окна и световые фонари

Окна служат для естественного освещения и проветривания зданий. Световые проемы в наружных стенах устраивают в виде отдельных окон, лент, а также сплошные. Оконные переплеты в промышленных зданиях делают деревянными, стальными, железобетонными, из алюминиевых сплавов и полимерных материалов. Размеры оконных переплетов подлежат светотехническому расчету, а их детали принимают по типовым чертежам.

Оконные проемы принимают кратными по ширине 300 или 600 мм, по высоте – 120 либо 600 мм. Для средней полосы России принимают двойное остекление с фиксированным расстоянием между стеклами (140 мм).

При значительных размерах производственных корпусов, в помещениях с избыточным выделением тепла, влаги, пыли или газов устраивают светоаэрационные фонари (рис. 2.19).

Фонари устанавливают в средней части каждого пролета, занимая половину или одну треть его длины. В пределах торцов здания на кровле следует оставлять пятиметровые проходы – для перемещения людей при ремонте кровли, очистки от снега и перемещения пожарных при тушении возникшего пожара.

При длине здания более 200 метров в световых фонарях следует оставлять трехметровые разрывы для перехода людей.

По форме поперечного разреза световые фонари могут быть прямоугольными, трапецеидальными, зубчатого профиля и др. (рис. 2.20).

Материалом для изготовления каркаса световых и светоаэрационных фонарей являются сталь, алюминий и железобетон. Иногда в строительной

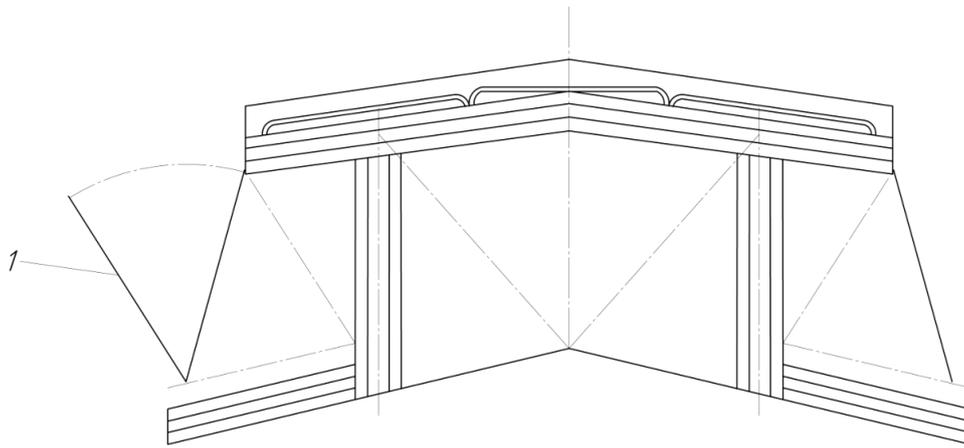


Рис. 2.19. Схема светоаэрационного фонаря:
1 – открывающаяся фрамуга

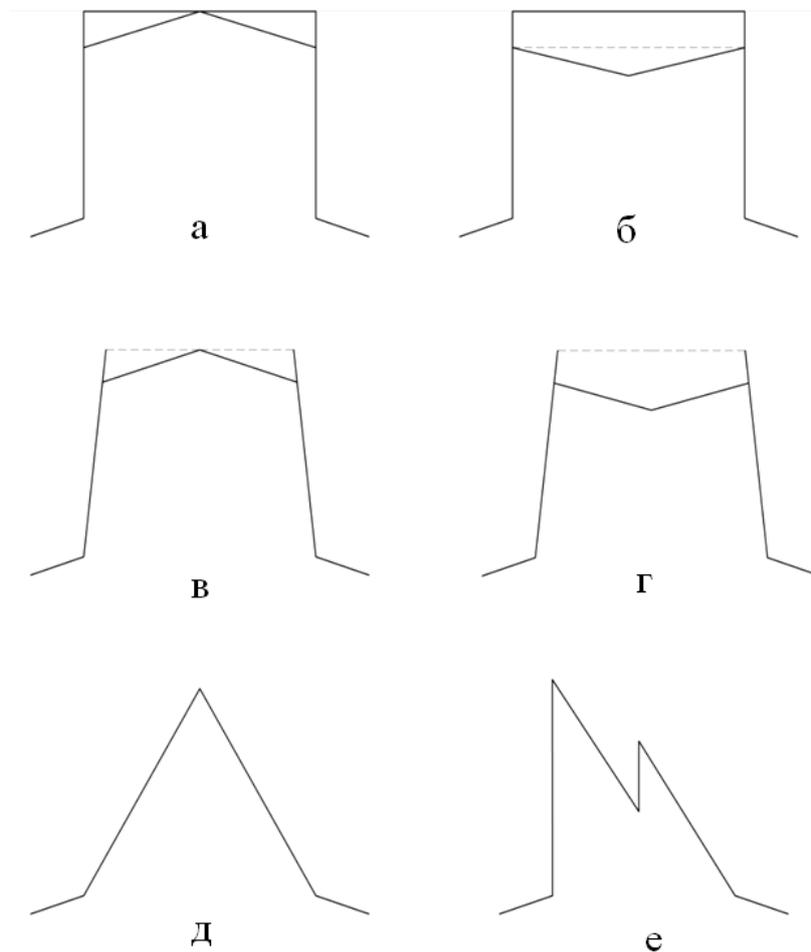


Рис. 2.20. Виды световых фонарей: а – прямоугольный с наружным водоотводом; б – прямоугольный с внутренним водоотводом; в – трапецидальный с наружным водоотводом; г – трапецидальный с внутренним водоотводом; д – треугольный; е – зубчатого профиля

практике при больших размерах пролетов применяют стальные и железобетонные светоаэрационные фонари, состоящие из укрупненных блоков. Размеры фонарей различны. Для пролётов 12 и 18 м ширина фонарей равна 6 м, а для пролётов 24 и 36 м она достигает 12 м.

Двери и ворота

Двери могут быть как наружными, так и внутренними. Они состоят из дверных коробок и открывающихся дверных полотен.

В капитальных стенах дверные коробки устанавливают вплотную к дверному пролету и за счет штукатурки откосов утапливают в стену на глубину 20... 30 мм. Материалом для устройства дверных коробок, как правило, служит дерево.

Дверные полотна закрывают дверной проем. По числу полотен различают двери однополотенные, двухполотенные и полутораполотенные, т.е. с двумя полотнами неравной ширины. Однополотенные двери имеют ширину 600, 800, 900 и 1000 мм, двухполотенные – 700 и 900 мм, а иногда и более, что связано с габаритами оборудования. Высота дверей составляет 2000 и 2300 мм. Дверные полотна изготавливают из дерева и древесно-волоконистых плит, причем по конструкции они могут быть щитовыми и филленчатыми. В целях противопожарной безопасности деревянные полотна дверей в ряде помещений обивают оцинкованным железом или делают металлическими. Двери должны открываться наружу. Тамбуры обычно выполняют размером 2,5х2,0 м.

Ворота в производственных зданиях устраивают для въезда и выезда различного вида транспорта в склады сырья и готовой продукции, включая железнодорожный транспорт. В целях защиты помещений от охлаждения ворота утепляют, для чего полотна изготавливают двойными с прокладкой между ними рулонного термоизоляционного материала.

Ворота зданий могут быть распашными, раздвижными, подъемными и откатными.

Распашные ворота состоят из двух полотен, открывающихся наружу. Для пропуска людей в одном из полотен делают однополотенную дверь размером 890х2100 мм.

Раздвижные ворота состоят также из двух полотен, передвигающихся на рельсах в обе стороны вдоль стены.

Подъемные ворота могут состоять из одного и двух полотен, которые поднимают вверх. Размеры ворот зависят от вида пропускаемого транспорта и его габаритов. Для проезда электрокаров ворота должны иметь размер 2,0х2,4 м; для железнодорожной колеи размер ворот установлен 4,7х5,6 м.

Полы

Стоимость конструкции полов составляет 12...15 % от полной стоимости промышленного здания. Выбор типа и конструкции полов зависит от технологического процесса производства с учетом условий их эксплуатации.

К промышленным полам предъявляется ряд требований:

- прочность;
- недеформируемость под воздействием тепла и механических нагрузок;
- отсутствие выделения пыли;
- отсутствие выделения искр при ударах;
- бесшумность;
- звукоизоляция;
- теплоизоляция;
- устойчивость к воздействию влаги и агрессивных сред;
- легкость очистки и санитарной обработки;
- легкость возведения и ремонта;
- полы должны быть нескользкими;
- полы не должны проводить электрический ток.

Однако в большинстве случаев одновременное выполнение этих требований не представляется возможным.

Структура полов промышленных зданий приведена на рис. 2.21. В структуре пола выделяют следующие элементы:

- покрытие – это верхний элемент пола, контактирующий с производственной средой;
- гидроизоляционный слой – необходим для предотвращения попадания влаги из помещения или окружающей среды в теплоизоляцию либо из окружающей среды в помещение;
- подстилающий слой (подготовка) – элемент пола, распределяющий нагрузку по основанию;
- теплоизоляция – служит для снижения тепловых потерь из помещения в окружающую среду.

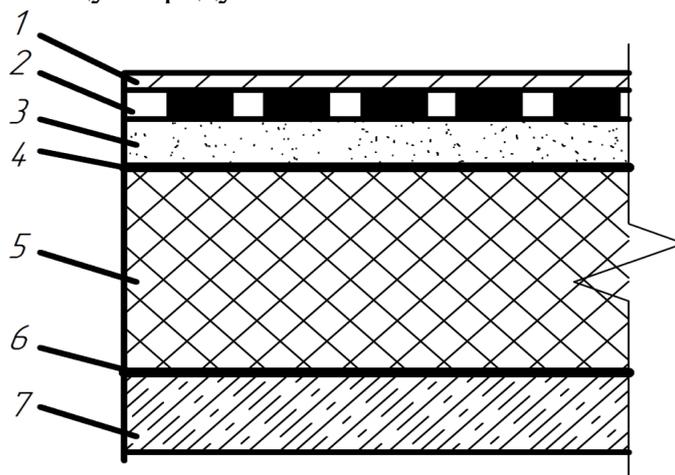


Рис. 2.21. Устройство промышленного пола: 1 – покрытие пола («чистый» пол); 2 – гидроизоляция от производственных вод; 3 – подстилающий слой; 4 – гидроизоляция; 5 – теплоизоляция; 6 – гидроизоляция от грунтовых вод; 7 – бетонная подготовка или междуэтажное перекрытие

Полы на первых этажах зданий или в подвалах устраивают непосредственно по уплотненному грунту. В этом случае на выровненную поверхность грунта укладывают слой щебня толщиной 80...100 мм, утрамбовывают, наносят бетонную подготовку толщиной 100...150 мм. При устройстве полов по железобетонным междуэтажным перекрытиям они укладываются на плиты перекрытия. На бетонную подготовку наносят слой гидроизоляции с целью предотвращения проникновения влаги из грунта в помещение либо в верхние слои пола. После этого устраивают слой теплоизоляции, необходимый для снижения потерь тепла через пол в холодное время года. Слой теплоизоляции должен быть защищен с двух сторон гидроизоляцией. Далее наносят подстилающий бетонный слой, слой гидроизоляции и покрытие.

По конструктивному решению все типы полов подразделяются на три группы: сплошные полы, полы из штучных материалов и рулонные.

Сплошные полы могут быть бетонными, цементными, асфальтовыми, мозаичными, ксилолитовыми и др.

Полы из штучных материалов устраивают из керамических, металлических и полимерных плиток разнообразных размеров, рисунков и конфигурации.

Таблица 2.2. Схема выполнения полов производственных зданий

Наименование или номер помещения по проекту	Тип пола по проекту	Схема пола или номер узла по серии	Элементы пола и их толщина	Площадь пола, м ²
1, 5, 9	1	—	Покрытие — плитка керамическая — 13 мм. Основание — уплотненный грунт с плотностью скелета до 1,6 т/м ³ с утрамбованным в него слоем щебня или гравия крупностью 40...60 мм толщиной 100 мм	480

Полы весьма часто устраивают из керамических плиток различных конфигураций и размеров. По виду лицевой поверхности керамические плитки бывают гладкими, шероховатыми или тиснеными. Полы из керамических плиток достаточно прочны, не подвержены значительному истиранию, водостойки, гигиеничны, однако они хрупкие, не могут воспринимать сосредоточенные нагрузки и достаточно затратные в изготовлении.

Рулонные полы готовят на основе различных линолеумов. Конструкции полов с любым видом покрытия обычно показывают на специальных схемах (табл. 2.2) или чертежах.

Лестницы

В зависимости от назначения все лестницы промышленных зданий подразделяются на основные, служебные, аварийные и пожарные.

Основные лестницы предназначены для повседневного сообщения между этажами и эвакуации людей при пожарах. По условиям противопожарной безопасности здания должны иметь не менее двух лестниц. В многоэтажных зданиях лестницы всегда располагают в лестничных клетках, стены которых выкладывают из кирпича, располагая их внутри здания или в пристройках (рис. 2.22).

Лестницы состоят из маршей и площадок (рис. 2.23). Маршем называется наклонная часть лестницы со ступенями, площадкой – горизонтальная часть лестницы, необходимая для изменения направления движения либо для сообщения с помещениями.

Лестницы, размещенные у наружных стен, должны иметь естественное освещение. Оконные проемы лестничных клеток заполняются стальными переплетами с армированным стеклом или стеклоблоками.

Служебные лестницы применяются в промышленных зданиях для осмотра и обслуживания технологического оборудования, размещенного на разных отметках. Они также состоят из маршей и площадок, выполненных из металла [26].

При высоте маршей 600, 1200, 1800, 2400, 3000, 3600 и 4200 мм лестницы устраивают с углом наклона 45 и 60°; при высоте выше 6000 мм лестницы могут быть установлены вертикально. На рис. 2.24 показана служебная лестница с маршем под углом 45°. Ширину маршей и площадок принимают 600, 800 и 1000 мм; высота ступеней 200 мм.

Аварийные лестницы предназначены для эвакуации людей с этажей в случае различных аварий, возгораний и пожаров. Такие лестницы устанавливают снаружи зданий с уклоном не более 45°. Они имеют площадки на уровне пола каждого этажа с устройством выхода на них из помещений. Марши таких лестниц выполняются из стали шириной не менее 0,7 м.

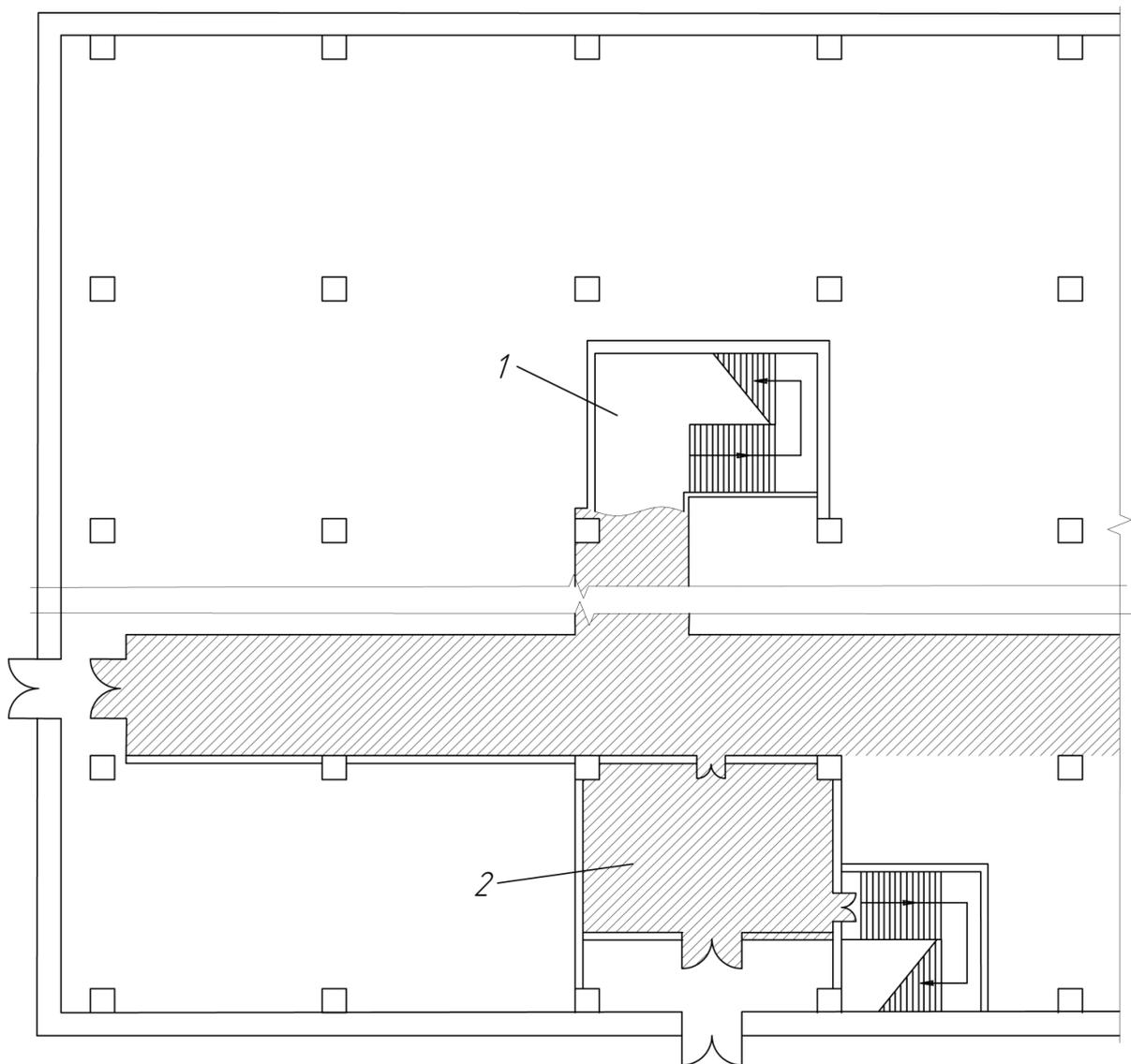


Рис. 2.22. Лестницы в многоэтажном здании: 1 – лестничная клетка в средней ячейке каркаса; 2 – лестничная клетка у наружной стены

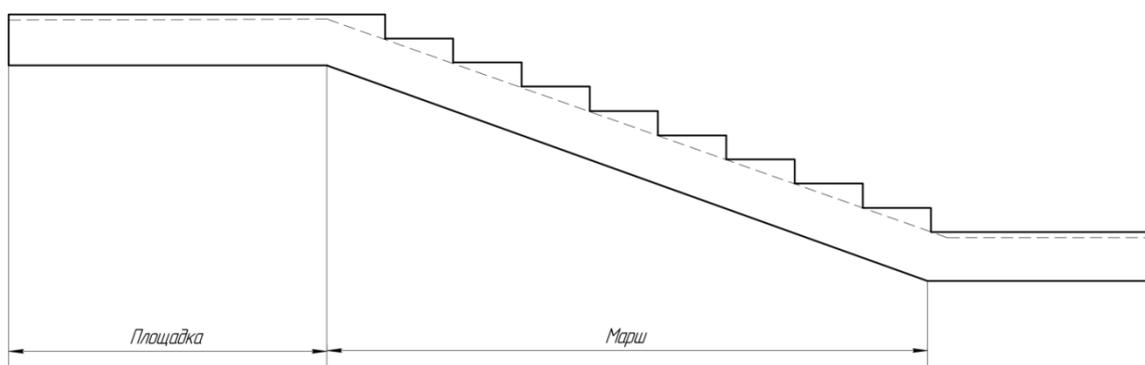


Рис. 2.23. Основные элементы лестницы

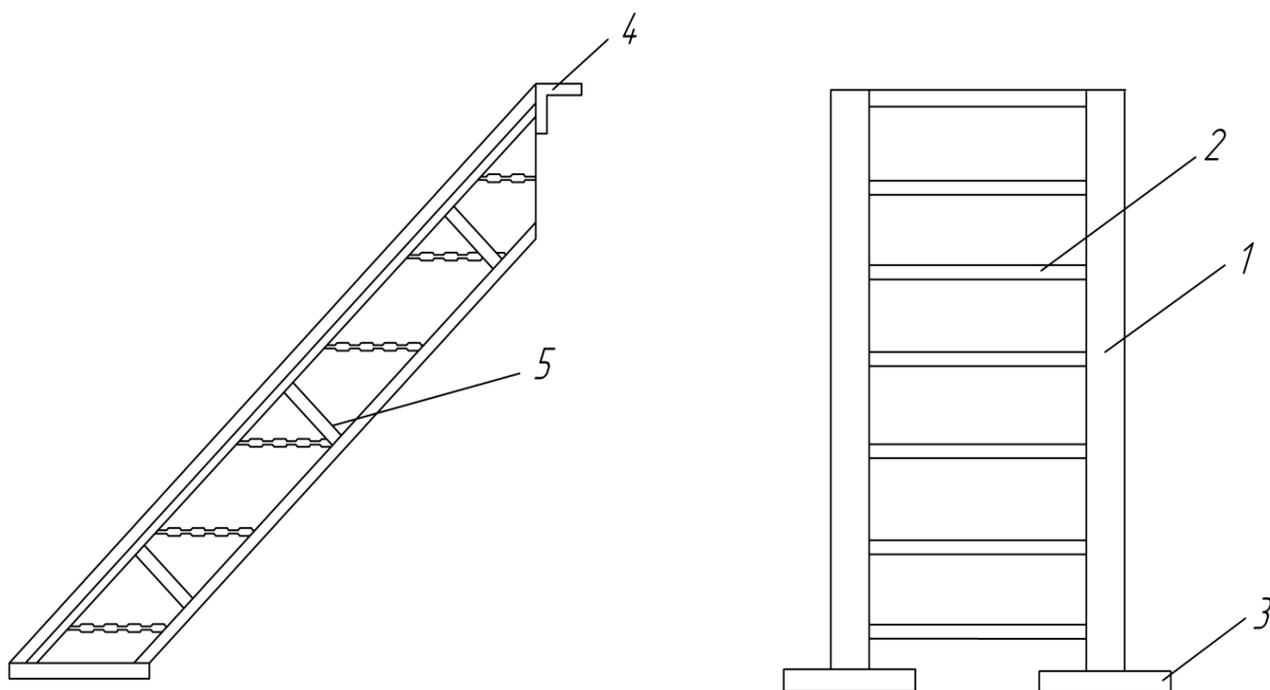


Рис. 2.24. Конструкция служебной лестницы: 1 – косоур; 2 – ступень; 3 – опорная планка; 4 – опорный уголок; 5 – ребро

Ступени маршей выполняют из стальных стержней. Марши и площадки огораживают перилами высотой более 0,8 м. Аварийные лестницы начинаются от уровня земли и, если их доводят до крыши, они могут играть роль пожарных.

Пожарные лестницы устанавливают до крыши снаружи зданий. Они обязательны, если здание имеет до карниза высоту более 10 м. При высоте здания до 30 м лестницы делают вертикальными без промежуточных площадок.

Для перемещения потоков людей и грузов, наряду с лестницами, используют также пассажирские и грузовые лифты. Обычно шахту лифта блокируют с лестничной клеткой, делая выход на лестничную площадку.

3. Графическое изображение промышленных зданий

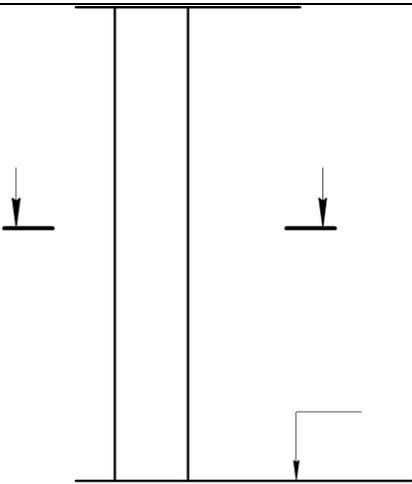
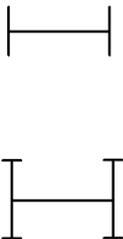
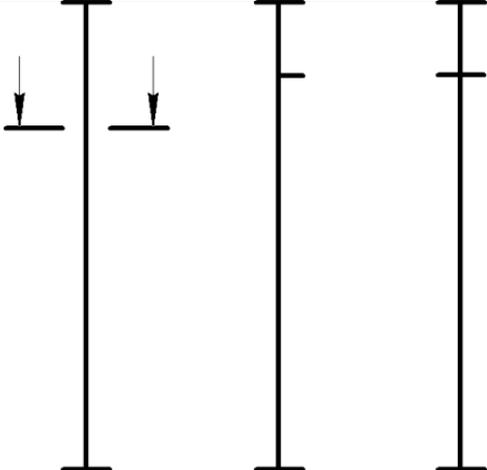
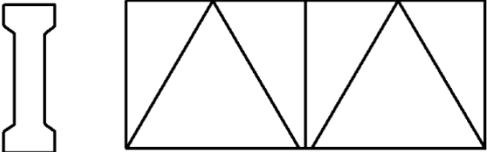
Унифицированными габаритными схемами предусматриваются как одноэтажные, так и многоэтажные промышленные здания.

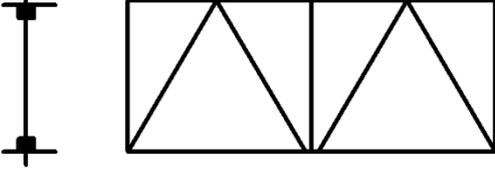
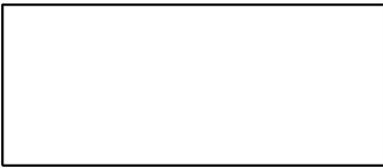
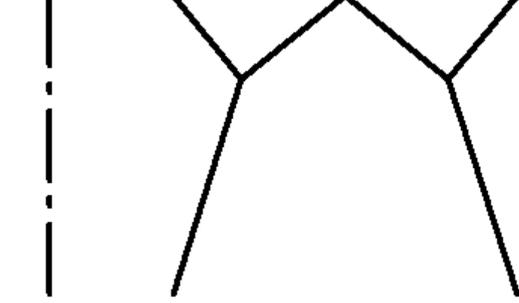
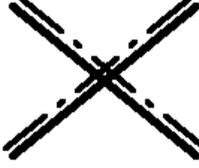
Для производственных зданий, цехов и отделений, в зависимости от выбранного масштаба, существует целый ряд условных графических изображений их конструктивных элементов на планах и разрезах.

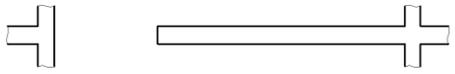
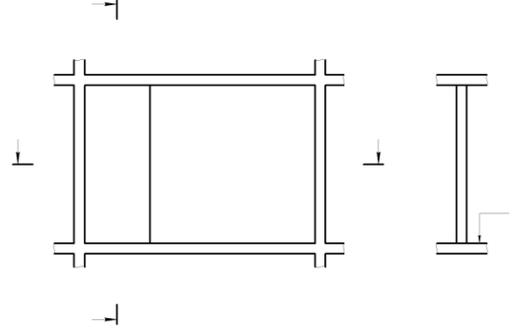
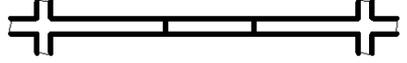
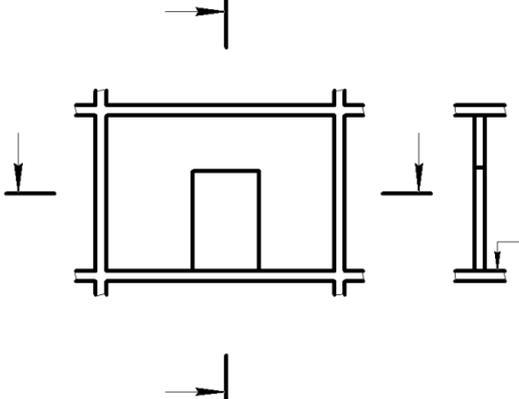
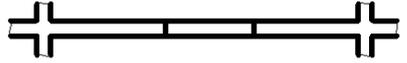
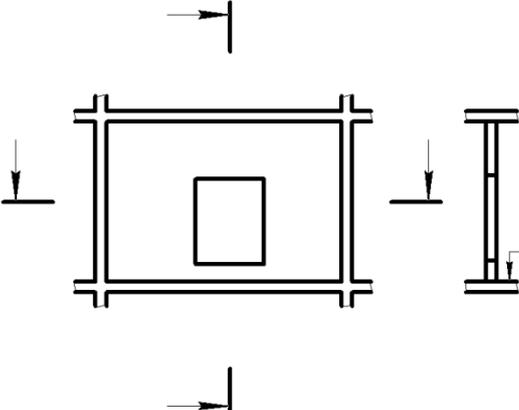
3.1. Условное графическое изображение элементов конструкций

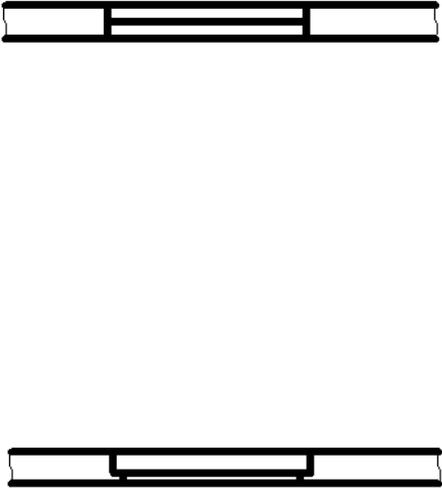
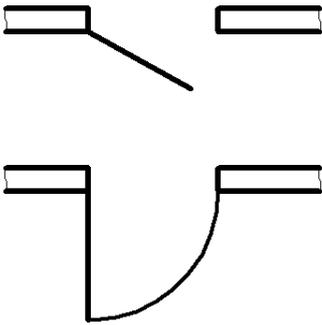
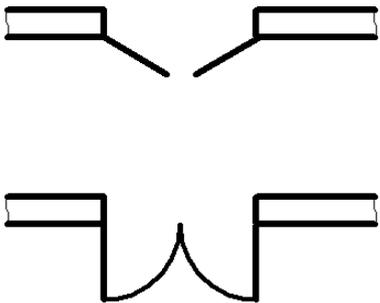
Основные изображения элементов зданий представлены в табл. 3.1.

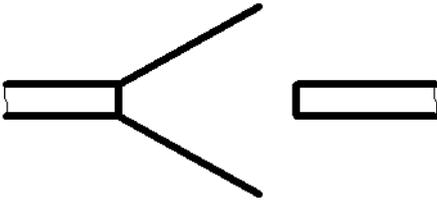
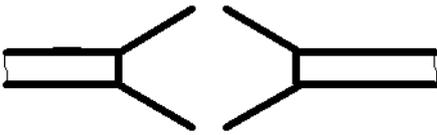
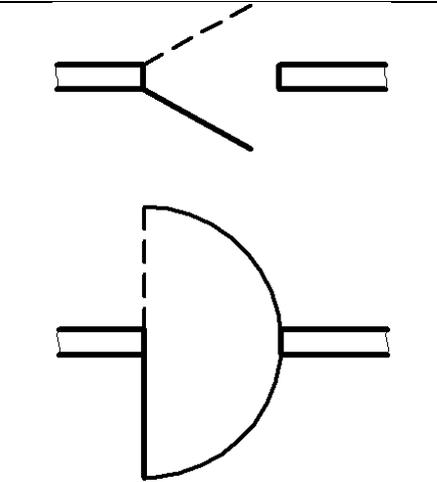
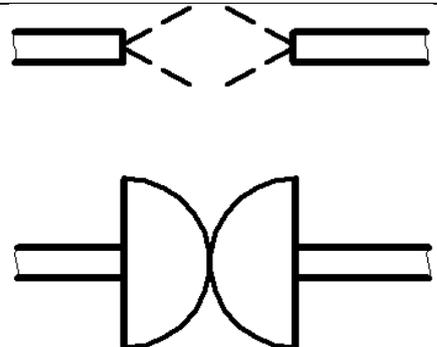
Таблица 3.1. Условное изображение конструктивных элементов зданий (ГОСТ 21.201-2011 [11])

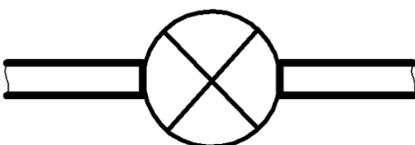
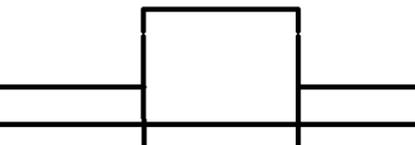
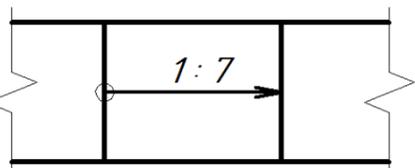
Наименование конструкции	Изображение	
	на плане	на разрезе
1	2	3
Колонна (опора)		
Колонна металлическая: – сплошно-стенчатая; – двухветвевая		
Ферма железобетонная		

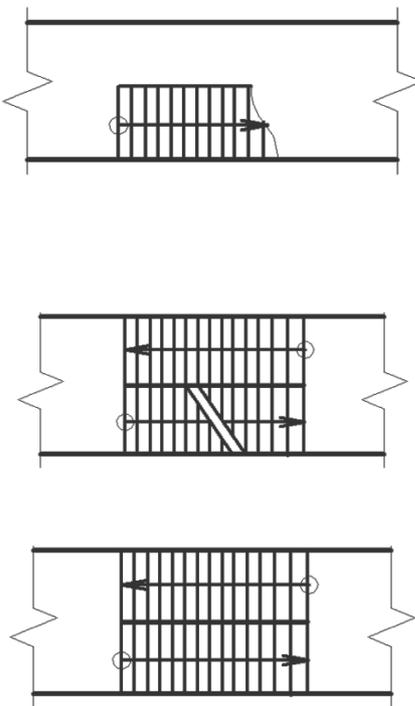
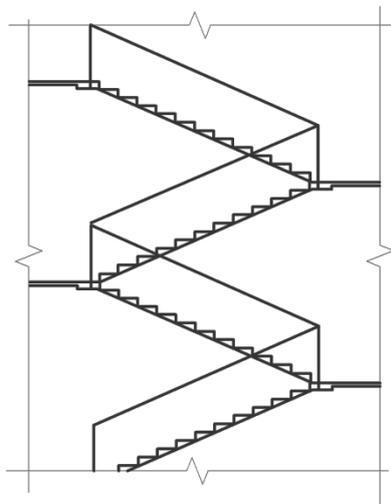
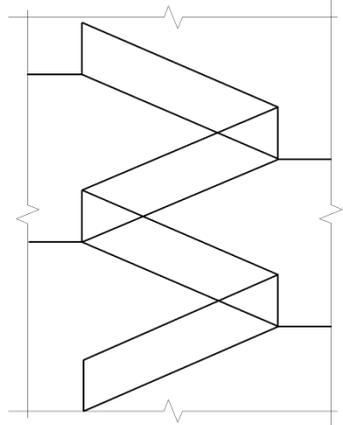
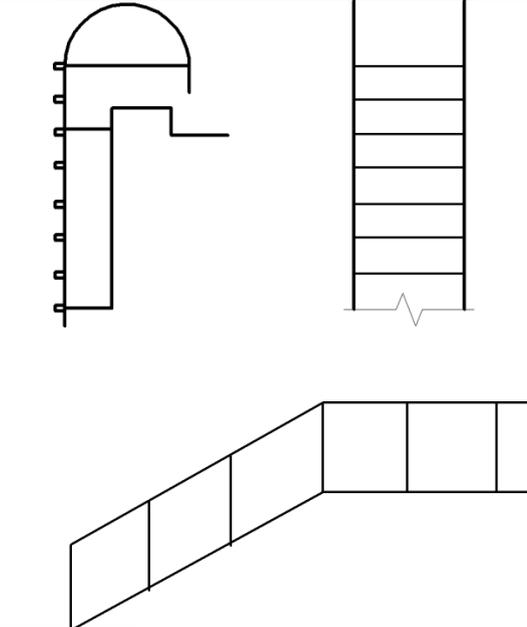
1	2	3
Ферма стальная		
Плита, панель ребристые		
<p>Связь металлическая:</p> <p>а) одноплоскостная:</p> <p>- вертикальная;</p> <p>- горизонтальная;</p> <p>б) двухплоскостная;</p> <p>в) тяжи</p>	<p>- вертикальная:</p>  <p>- горизонтальная:</p>  <p>б) двухплоскостная:</p>  <p>в) тяжи:</p> 	<p>а) одноплоскостная:</p>  <p>- горизонтальная:</p>  <p>б) двухплоскостная:</p>  <p>в) тяжи:</p> 

1	2	3
<p>Стена с проемом без парапета и перемычки</p>		
<p>Стена с проемом и перемычкой</p>		
<p>Стена с проемом, парапетом и перемычкой</p>		
<p>Перегородка из стеклоблоков</p>		

1	2	3
<p>Проём оконный:</p> <p>а) без четверти,</p> <p>б) с четвертью</p>		
<p>Дверь (ворота) однопольная</p>		
<p>Дверь (ворота) двухпольная</p>		

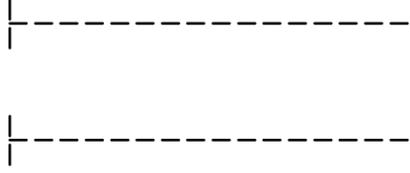
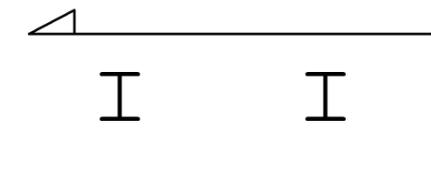
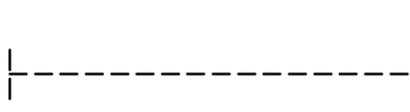
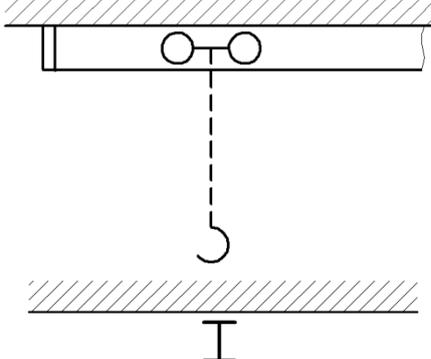
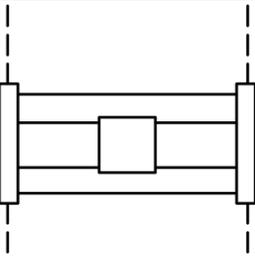
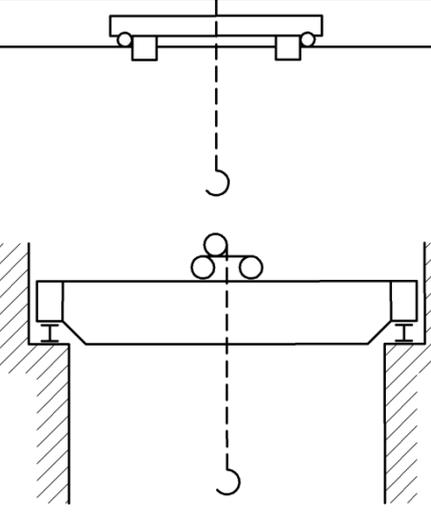
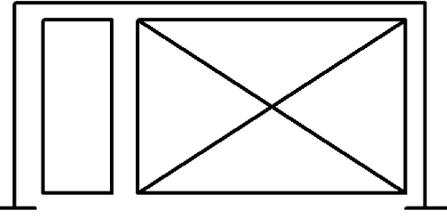
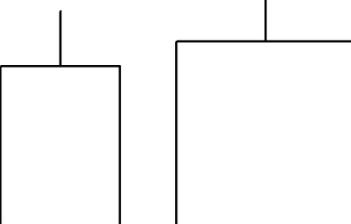
1	2	3
Дверь двойная однопольная		
Дверь двойная двупольная		
Дверь однопольная с качающимся полотном		
Дверь двупольная с качающимися полотнами		
Дверь (ворота) откатная однопольная наружная		
Дверь (ворота) откатная однопольная с открыванием в нишу		

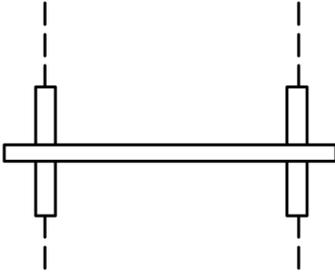
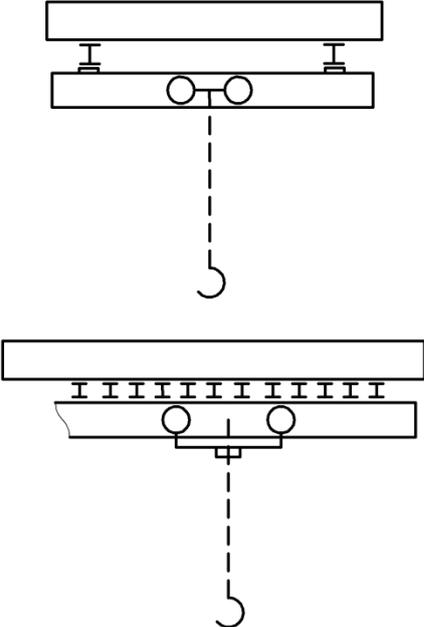
1	2	3
Дверь (ворота) раздвижная двупольная		
Дверь (ворота) подъемная		
Дверь (ворота) складчатая		
Дверь (ворота) складчато- откатная		
Дверь вращающаяся		
Ворота подъемно- поворотные		
Пандус (уклон пандуса указывают на плане или в процентах, или в виде отношения высоты и длины; стрелкой указывают направление подъема)		

1	2	3
<p>Лестница:</p> <p>а) нижний марш,</p> <p>б) промежуточные марши,</p> <p>в) верхний марш</p>		<p>Для масштаба 1 : 50 и крупнее:</p>  <p>Для масштаба 1 : 100 и мельче:</p> 
<p>Лестница металлическая:</p> <p>а) вертикальная,</p> <p>б) наклонная</p>		

На планах и разрезах показывают также подъемно-транспортное оборудование: путь подкрановый, монорельс с талью, подвесной конвейер, мостовой кран и т. д.

Таблица 3.2. Условные графические изображения основного подъемно-транспортного оборудования (ГОСТ 21.112-87 [14])

Наименование	Изображение	
	на плане	на разрезе
1	2	3
Путь подкрановый		
Дорога монорельсовая		
Кран мостовой		
Подъемник (лифт)		

1	2	3
Кран-балка		

3.2. Графическое изображение одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий

Одноэтажные здания и корпуса, предназначенные для производств с вертикальными схемами технологических процессов, чаще всего проектируют одно-, двух- и трехпролетными павильонного типа. Для размещения технологического оборудования внутри таких зданий устанавливают встроенные железобетонные или металлические этажерки. Сетку колонн в этом случае принимают равной 24x12, 30x12 или 36x12 м, несущие конструкции покрытия – железобетонные или металлические фермы. Высота зданий может достигать более 18 м.

На рис. 3.1, 3.2 показаны схемы таких зданий, а также размещение в них технологического оборудования.

В пищевой промышленности сооружают также и многоэтажные здания. Площадь многоэтажных зданий достигает 20 % от общей производственной площади в промышленности.

В этих зданиях размещают предприятия, в которых выпускаемая продукция и применяемое технологическое оборудование имеют сравнительно небольшой вес и его можно располагать на междуэтажных перекрытиях. Кроме того, в многоэтажных зданиях размещают производства, где технологический процесс организуется по вертикали. Например, на жироперерабатывающих

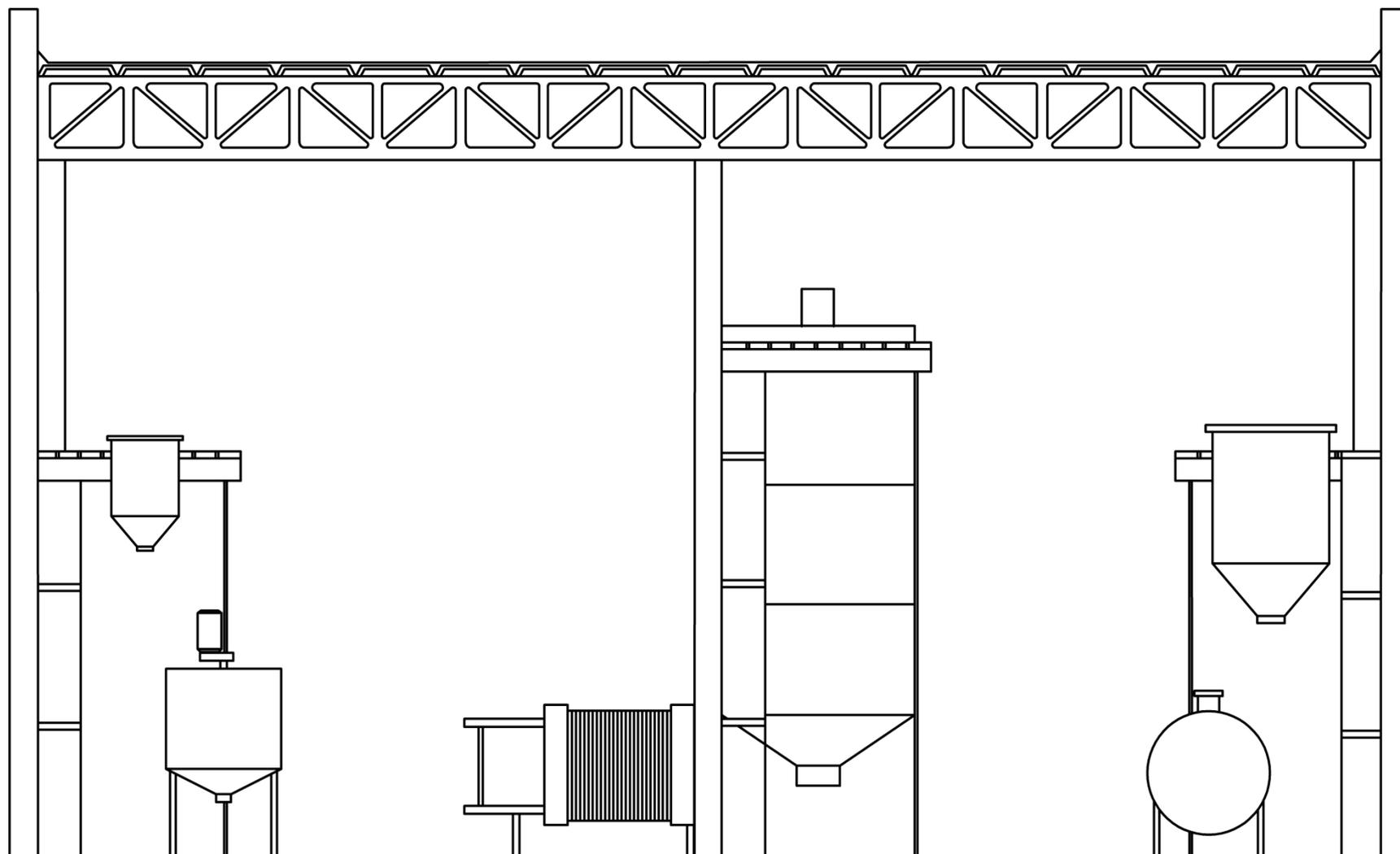


Рис. 3.1. Здание павильонного типа (поперечный разрез)

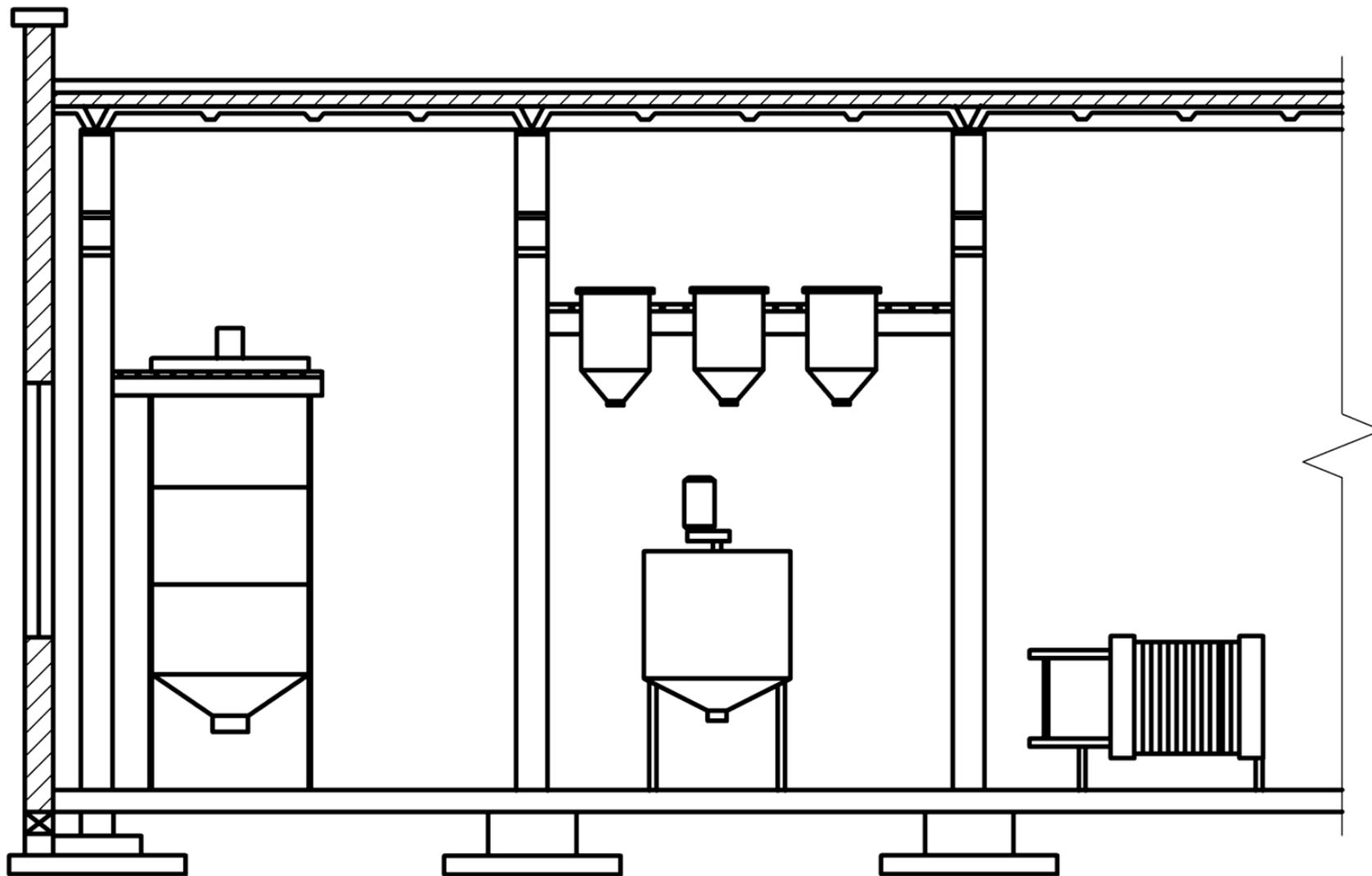


Рис. 3.2. Продольный разрез здания павильонного типа

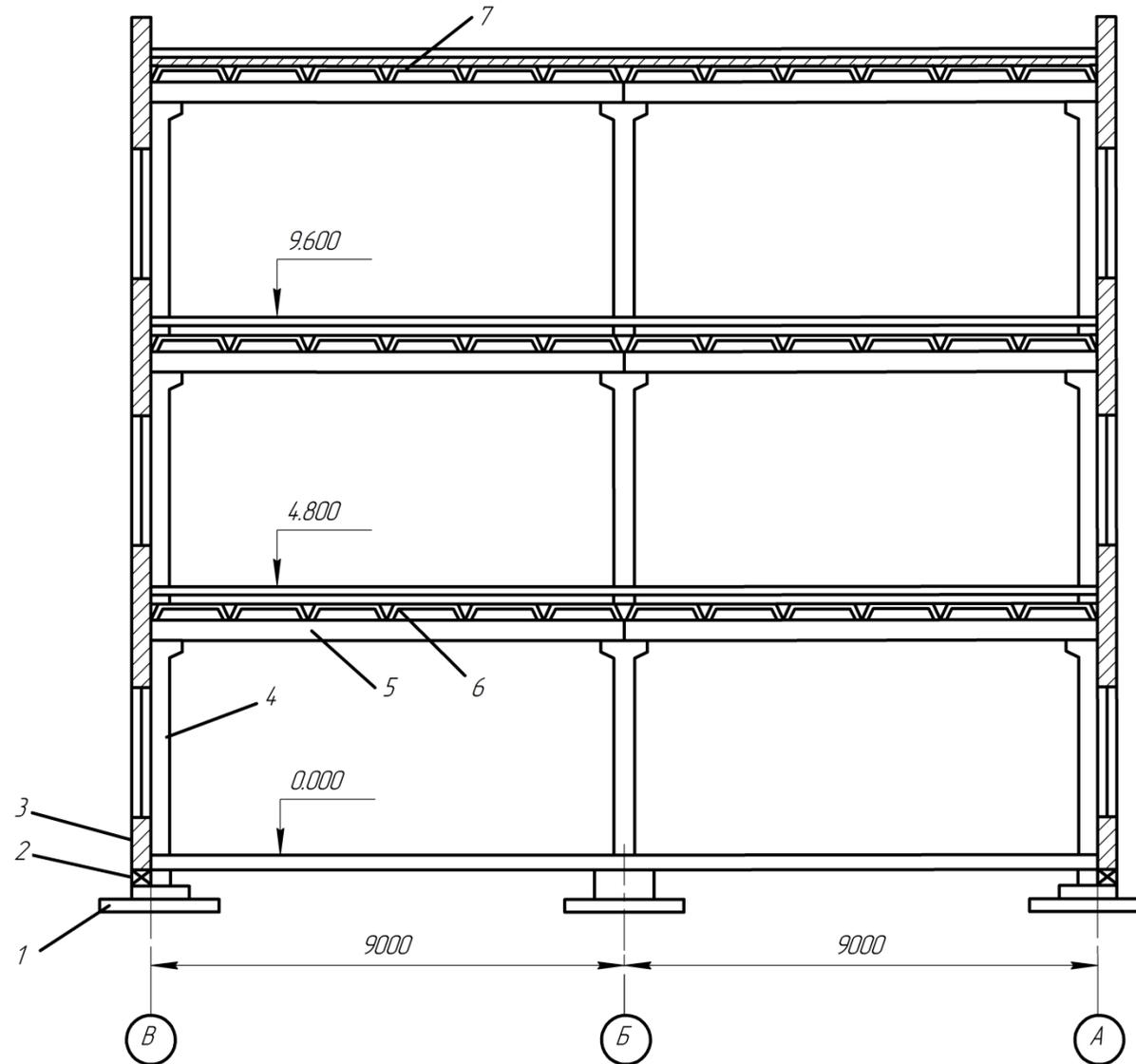


Рис. 3.3. Поперечный разрез многоэтажного здания: 1 – фундамент; 2 – фундаментная балка; 3 – самонесущая стена; 4 – колонна; 5 – ригель; 6 – ребристая плита перекрытия; 7 – ребристая плита покрытия

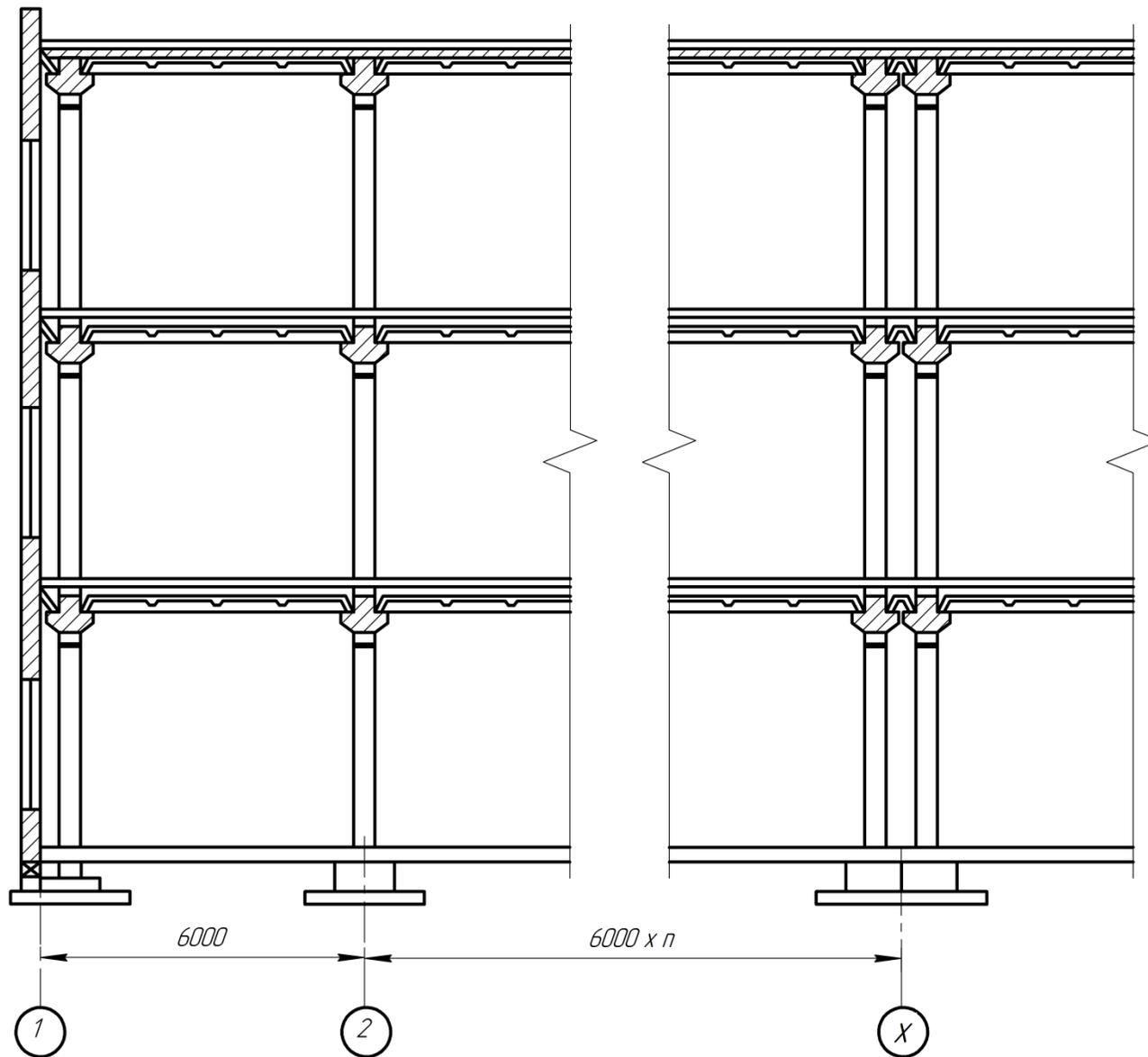


Рис. 3.4. Продольный разрез многоэтажного здания

заводах сырье поднимается на верхние этажи, откуда оно самотеком перемещается на нижележащие этажи для переработки.

Преобладающей конструктивной схемой многоэтажных зданий является каркасная с навесными или самонесущими стенами. Здания с несущими стенами и внутренним каркасом применяют сравнительно редко.

Унифицированными габаритными схемами предусмотрены двух-, трех- и многопролетные здания с тремя, четырьмя и пятью этажами. Сетка колонн составляет 6х6 и 9х6 м. Сооружают многоэтажные здания из железобетонных унифицированных элементов по унифицированным схемам (рис. 3.3, 3.4).

Если на междуэтажных перекрытиях необходимо размещать провисающее оборудование, междуэтажные перекрытия усиливают железобетонными или металлическими монтажными балками.

4. Основы санитарной техники масложировых производств

4.1. Вентиляция и вентиляционные системы

Технологический процесс на пищевых предприятиях (в том числе масложировых) связан с выделением в атмосферу различных газов, паров, химических соединений, способных оказывать вредное воздействие на организм человека.

Степень вредного и токсического действия на организм человека примесей и пыли, находящихся в воздухе, зависит от их химических свойств, химического состава и количества, приходящегося на единицу объема воздуха. Строительными нормам (СНиП 41-01-2003 [27]) установлены предельно допустимые концентрации вредных газов, паров, пыли в воздухе рабочей зоны производственных помещений. Чтобы исключить избыточные накопления вредностей в воздухе рабочей зоны, устраивают вентиляцию – совокупность устройств, направленных на создание воздушной среды, обеспечивающей нормальное пребывание в ней людей и положительное влияние на технологический процесс.

Вентиляция подразделяется на 2 типа:

- а) естественная;
- б) механическая.

В первом случае воздух перемещается благодаря разности давлений, наружного и внутреннего воздуха и воздействия ветра, во втором случае – воздух перемещает вентилятор.

Естественная вентиляция

В том случае, когда воздух в помещении перемещается из-за неплотностей в элементах здания (окон, дверей и др.), вентиляция называется гравитационной. Поступление холодного воздуха в помещение при этом создает ощущение сквозняка.

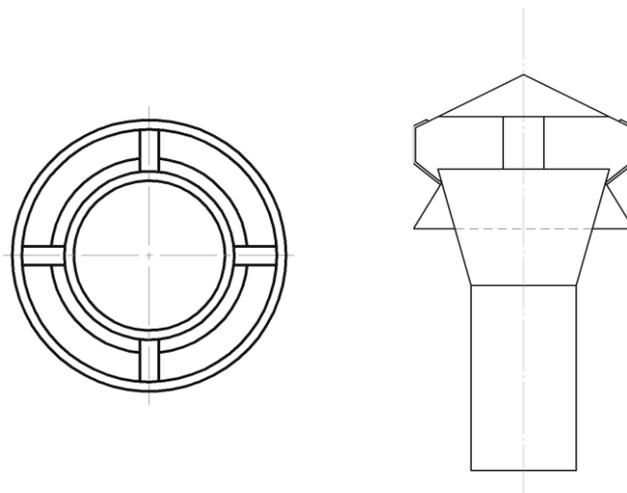


Рис. 4.1. Внешний вид дефлектора

Если воздух поступает в помещение через управляемые створки окон, фонарей (т.е. поступление воздуха организовано), такую вентиляцию называют аэрацией. Регулируют аэродинамические потоки (количество и направление их в помещениях) путем тривиального открытия-закрытия створок по принципу «больше – меньше».

Для удаления загрязненного воздуха в небольших производственных помещениях устанавливают каналы (трубы), на выходе из которых приспособливают специальные насадки, создающие тягу при обдувании их ветром, – дефлекторы (рис. 4.1).

Естественная вентиляция применяется в следующих случаях:

- в цехах или участках происходит значительное выделение тепла;
- естественный приток наружного воздуха не вызывает появления конденсата на стенах, оборудовании и т.д.;
- предварительная обработка приточного воздуха (нагрев, охлаждение, увлажнение и т.д.) по условиям технологического процесса не требуется.

Естественный приток наружного воздуха в помещении осуществляется:

- в теплое время года – через проемы в полу и стенах, расположенные на высоте 0,3–1,8 м от пола до низа проема;
- переходный и холодный периоды года – через проемы, расположенные не ниже 4 м от пола до низа проема (в высоких зданиях), или не ниже 3 м от пола до низа приема;
- многопролетных зданиях – через проемы в наружных системах и через фонари тех пролетов, где тепловыделения меньше, чем в аэрируемых пролетах, а концентрация газов и пыли не превышает 30 % от максимально допустимой в рабочей зоне.

Следует отметить, что для естественной вентиляции весьма важно направление розы ветров. Со стороны ветра создается область повышенного давления, а на подветренной стороне здания – пониженного.

Недостатки:

- невозможность подогрева и увлажнения приточного воздуха;
- сложности с очисткой приточного воздуха и направлением его на рабочие места.

Механическая вентиляция

Представляет собой комплекс системы воздуховодов и механических вентиляторов, обеспечивающих постоянный воздухообмен независимо от внешних метеоусловий. Основные виды систем механической вентиляции представлены на рис. 4.2.



Рис. 4.2. Классификация систем механической вентиляции

Приточная система вентиляции осуществляет забор воздуха вне здания вентилятором через калорифер, после чего подается в помещение по специальным каналам – воздуховодам.

Загрязненный воздух вытесняется через двери, окна, фонари. В свою очередь, воздух, расходуемый на различные технологические нужды (например, пневмотранспорт, компрессоры и т.д.), через систему приточной вентиляции возмещает свои заборы.

Вытяжная система вентиляции обеспечивает удаление загрязненного воздуха через сеть воздуховодов посредством действия вентиляторов.

В случае приточно-вытяжной вентиляции две отдельные системы – приточная и вытяжная действуют одновременно, непрерывно подавая в помещение чистый воздух и удаляя из него загрязненный.

Общеобменная вентиляция способствует разбавлению загрязненного воздуха помещения свежим для того, чтобы содержание вредных веществ в рабочей зоне не превышало санитарных норм. При этом недостатком ее действия является то, что люди, находящиеся на большом расстоянии от места ее расположения, более подвержены риску для здоровья, чем работающие вблизи подачи свежего воздуха. Поэтому общеобменную вентиляцию целесообразно

применять в таких производственных помещениях, где нет сосредоточенных и интенсивных выделений вредностей.

Местная вентиляция также подразделяется на вытяжную и приточную. Используется обычно, в отличие от общеобменной, там, где отдельные производственные установки выделяют большое количество вредностей. Местная вытяжная вентиляционная система устроена таким образом, что под источником выделения установлено укрытие, из-под которого вредности удаляются. Такие приспособления представляют собой вытяжные шкафы и зонты, ширмы, бортовые отсосы и т.д. Основные виды систем местной вытяжной вентиляции показаны на рис. 4.3.

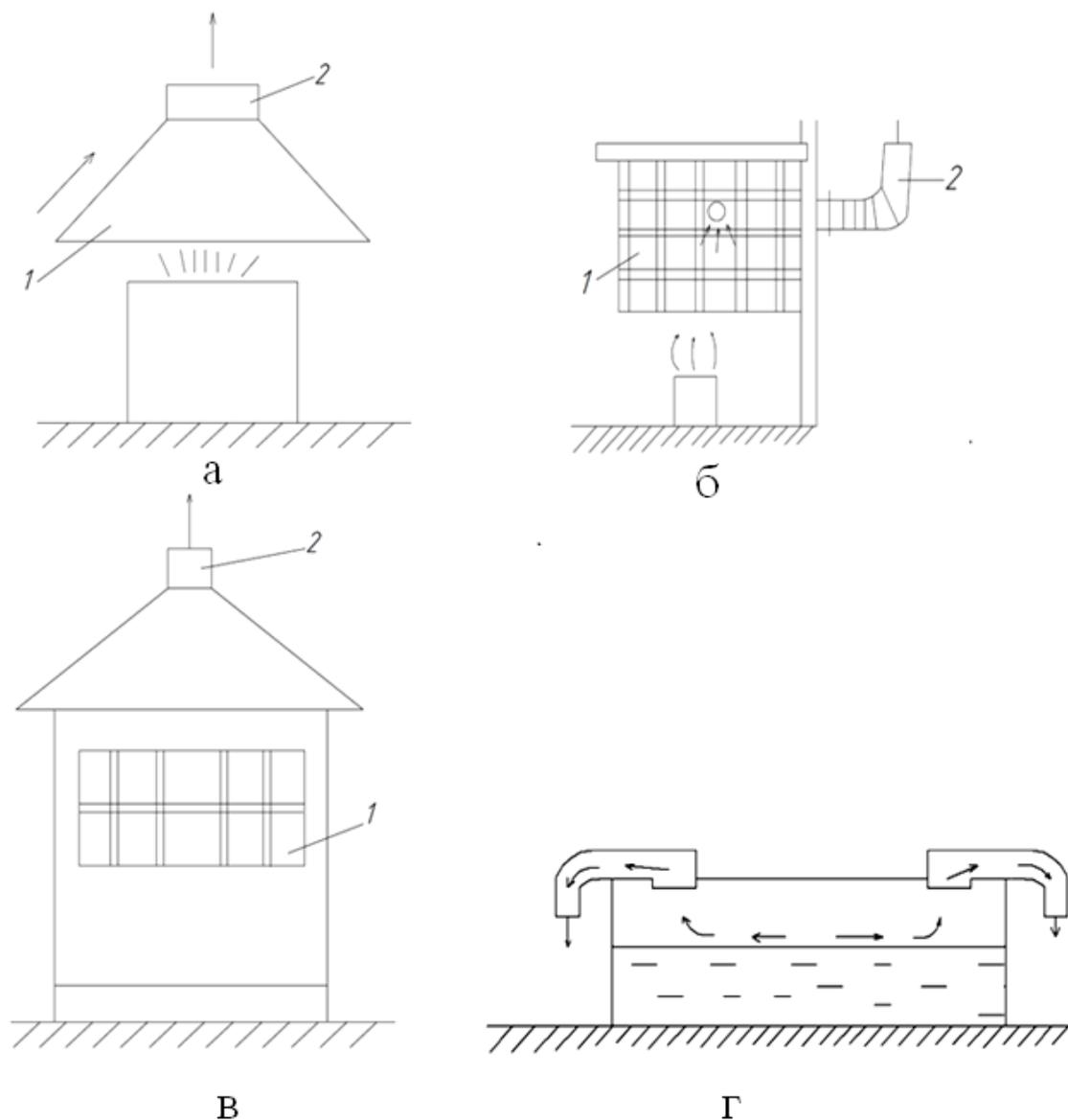


Рис. 4.3. Системы местной вытяжной вентиляции: а – зонт (1 – зонт; 2 – вытяжная труба); б – ширма (1 – остекление; 2 – вытяжная труба); в – шкаф (1 – остекление; 2 – вытяжная труба); г – бортовой отсос

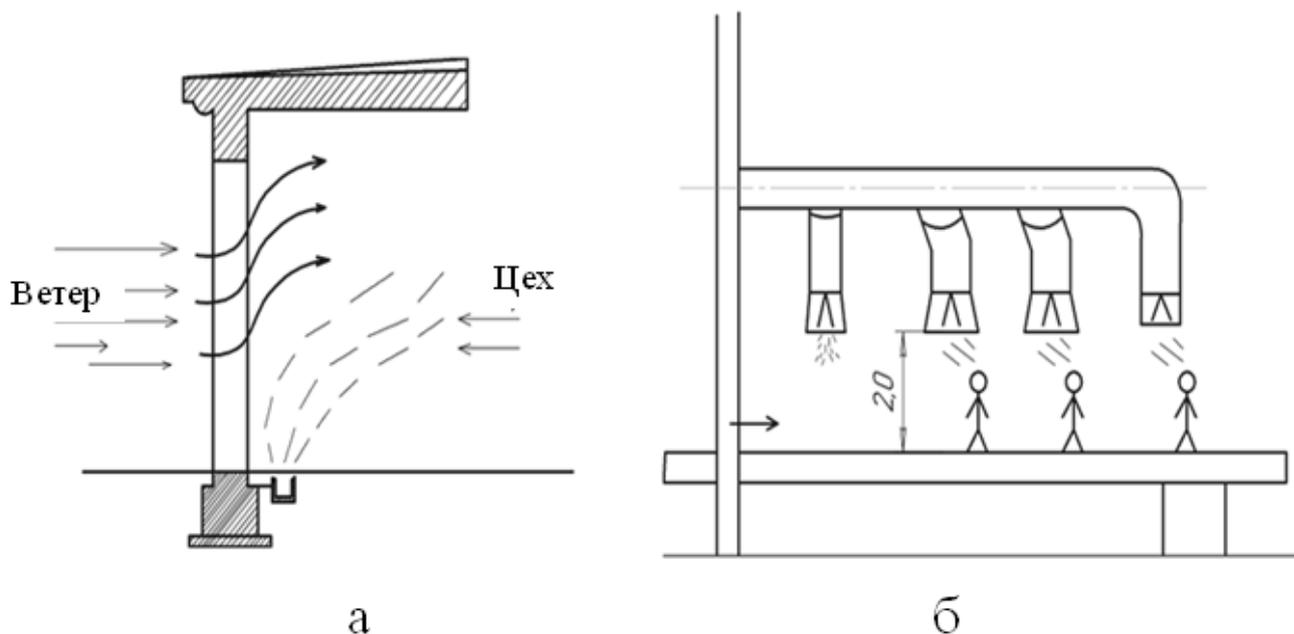


Рис. 4.4. Системы местной приточной вентиляции:
 а – воздушная завеса; б – воздушный душ

Вытяжные зонты служат для улавливания потоков вредностей, направленных вверх.

Вытяжные шкафы лучше всех других устройств изолируют места, где происходит процесс с вредными воздействиями. Представляют собой выгороженные части помещения с усиленной вентиляцией. Рабочее место может находиться как снаружи, так и внутри этой камеры.

Бортовые отсосы используются в тех случаях, когда по условиям производства это необходимо и целесообразно, исходя из условий экономичности процесса (например, для улавливания и удаления вредных паров и газов из ванн и т.д.)

Местная приточная вентиляция (воздушные души, оазисы, завесы (рис. 4.4) применяется для улучшения микроклимата в ограниченной зоне помещения – в тех случаях, когда общеобменная вентиляция не может обеспечить необходимых санитарно-гигиенических норм на рабочих местах.

Воздушной завесой называют струю воздуха, выходящую из узкой щели воздуховода с определенной скоростью навстречу холодному или горячему воздуху. Движение естественного воздушного потока преграждается в результате взаимодействия этих вышеназванных двух потоков. Их устраивают рядом с часто открываемыми воротами и у дверей, технологических проемов, возводимых в районах с наружной температурой воздуха $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, если устройство тамбуров или шлюзов невозможно. Могут быть с нижней (щели в полу) и боковой подачей воздуха (по высоте ворот).

Воздушные души представляют собой потоки воздуха, направленные непосредственно на работающего, применяют лишь в тех пищевых

производствах, где используется оборудование с интенсивным тепловым излучением.

Кроме этого, возможна подача чистого воздуха к строго фиксированным рабочим местам (местная вентиляция в чистом виде).

Также вентиляционные системы бывают аварийными и смешанными.

Смешанные системы – это комбинации общеобменной и местной вентиляции. Если в помещении одновременно выделяется тепло и вредные газы или же только вредные газы, которые легче воздуха, необходимо устройство общеобменной вентиляции с вытяжной из верхней зоны помещения с обеспечением не менее однократного обмена за 1 ч.

Аварийная вентиляция устанавливается там, где в течение короткого времени в помещение могут попасть большие количества опасных продуктов. Она включается автоматически от датчиков, настроенных на предельно допустимые по санитарным и противопожарным нормам концентрации газов и паров. Приток свежего воздуха происходит через автоматически открывающиеся проемы и из соседних помещений.

4.2. Кондиционирование воздуха

Установки кондиционирования воздуха включают специальные устройства, автоматически поддерживающие в помещениях постоянные или изменяющиеся по заданной программе:

- температуру;
- влажность;
- чистоту и скорость подачи воздуха.

По принципу действия кондиционеры подразделяют:

- на прямоточные;
- рециркуляционные;
- комбинированные.

Прямоточные системы работают только на наружном воздухе, который обрабатывается в кондиционере, а затем подается в помещение.

Рециркуляционные системы работают без свежего наружного воздуха, на наружном воздухе, обрабатываемом в кондиционере и подающемся вновь в то же помещение (рис. 4.5). Комбинированные системы работают на смешанном (наружном и внутреннем) воздухе.

Для обеспечения нормальной влажности воздуха, подаваемого в помещения, где не выделяется влага, его увлажняют испарением воды в потоке воздуха. При распылении холодной воды воздух будет охлаждаться. Охлаждать воздух можно льдом, артезианской водой, холодом из специальных холодильных установок.

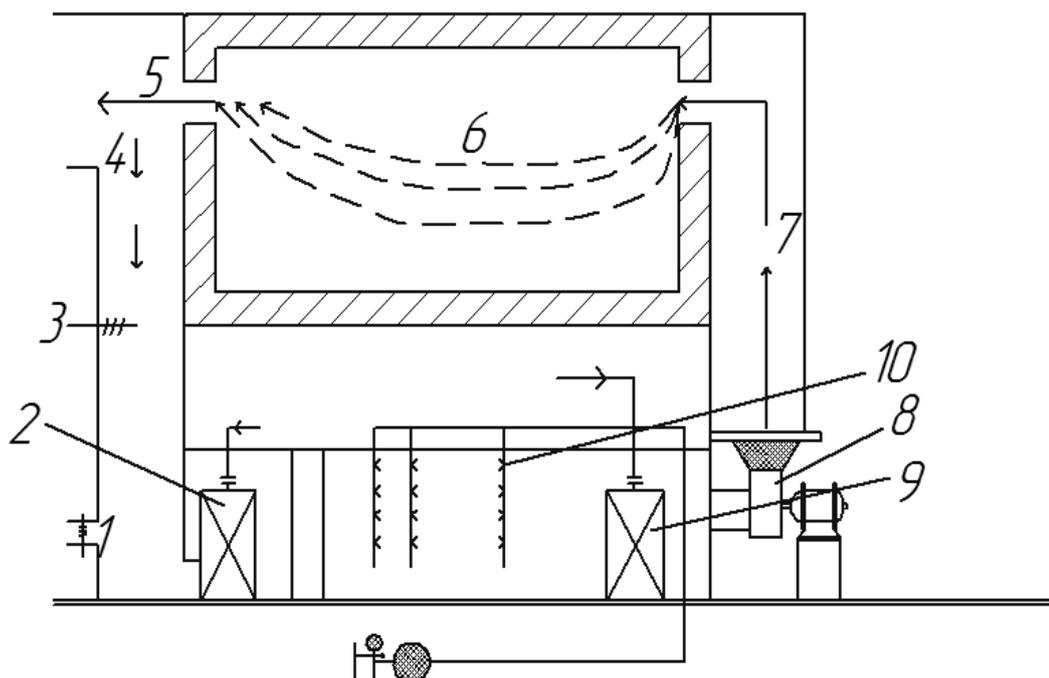


Рис. 4.5. Схема кондиционирования с циркуляцией воздуха:
 1 – воздухопровод наружного воздуха; 2 – калорифер первого подогрева;
 3 – регулирующие клапаны; 4 – воздухопровод рециркулирующего воздуха;
 5 – воздухопровод для удаления воздуха; 6 – рабочее помещение;
 7 – приточный воздух; 8 – вентилятор; 9 – калорифер второго подогрева;
 10 – промывная камера кондиционера

Для охлаждения и осушения воздуха применяют поверхностные воздухоохладители из ребристых труб, по которым проходит холодоноситель, а между трубами проходит подлежащий охлаждению воздух, засасываемый вентилятором.

Очистка воздуха от пыли производится пропуском его через промывную камеру и через различные фильтры.

Различают четыре схемы циркуляции воздуха с подачей воздуха:

- 1) снизу (у пола, удаление – у потолка);
- 2) сверху (у потолка, удаление – у пола);
- 3) сверху вверх (подача и удаление вверх);
- 4) снизу вниз (подача и удаление внизу).

Снизу вверх и снизу вниз подается воздух с температурой, превышающей температуру помещения.

Подача воздуха сверху вниз производится в тех случаях, когда необходимо обеспечить быстрое оседание пыли, сверху вверх – при избыточном тепловыделении, когда холодный воздух, смещаясь вниз, нагревается и затем помещается вверх.

4.3. Водоснабжение промышленных предприятий

Водоснабжение промышленных предприятий осуществляется благодаря комплексу сооружений, предназначенных для забора воды из источника водоснабжения, очистки, хранения в очищенном виде и подачи ее потребителям.

Системы водоснабжения подразделяются:

- по сфере хозяйствования: городские, промышленные;
- по назначению: хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные и т.д.

Часто комбинируют устройства систем водоснабжения и устраивают объединение: хозяйственно-противопожарные или производственно-противопожарные системы; по виду источника водоснабжения – поверхностные (реки, водохранилища, озера) и подземные (артезианские, грунтовые воды).

Подземные воды наиболее пригодны для проектирования хозяйственно-питьевого водоснабжения благодаря более высокому качеству очистки. Вода поверхностных источников до поступления в хозяйственно-питьевое водоснабжение должна быть, как правило, тщательно очищена.

Методы очистки воды, поступающей на предприятия

Очистка воды сводится главным образом к ее осветлению и обеззараживанию.

Осветление воды проводят в специальных отстойниках, куда с целью интенсивности процесса добавляют специальные химические реагенты – коагуляторы.

Обеззараживание воды на пищевых производствах происходит с целью уничтожения вредных бактерий. Проводится путем хлорирования воды или бактерицидного облучения.

Специальная обработка воды производится на основании производственных надобностей. При необходимости вода может быть умягчена, а также из нее могут быть удалены соли железа, марганца и других элементов.

Способы транспортирования воды от источника

Для транспортирования воды от источника к производственным объектам устраивают водопроводную сеть.

Если необходимо бесперебойное снабжение водой промышленного предприятия, то устраивают (проектируют) водопроводную сеть, так называемого кольцевого типа (рис. 4.6). Такая сеть является обязательной в системе противопожарных водопроводов.

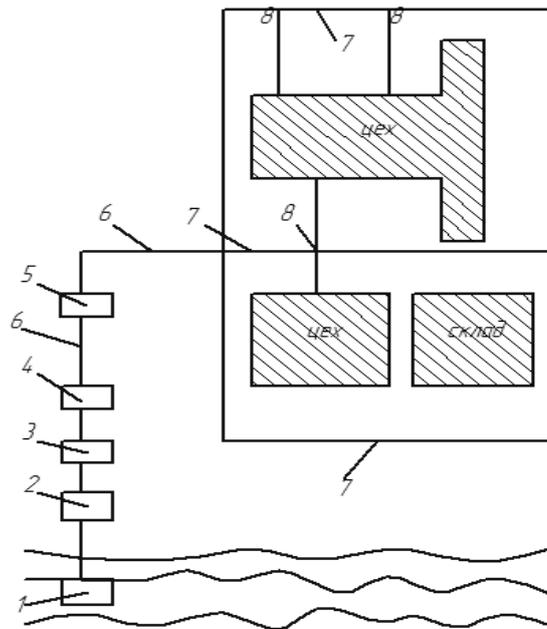


Рис. 4.6. Схема водоснабжения предприятия: 1 – водозабор; 2 – насосная станция первого подъема; 3 – очистные сооружения; 4 – резервуары чистой воды; 5 – насосная станция второго подъема; 6 – наружный водопровод; 7 – кольцевая сеть; 8 – смотровой колодец

Если на любом участке такой сети произойдет аварийный срыв, то вода все равно бесперебойно будет поступать по другим участкам. Это достигается тем, что кроме главных (магистральных) линий сеть включает и второстепенные распределительные линии.

Материал, используемый для изготовления наружного водопровода 6 – чугун, сталь либо асбоцемент и железобетон. Естественно, вначале обязательно проектируют глубину заложения труб наружного водопровода. Она определяется глубиной промерзания грунта, температурой воды в трубах, а также режимом подачи ее. Так, фиксируют уровень промерзания грунта и затем укладывают трубы приблизительно на 0,5...0,6 м ниже этого уровня.

На наружной водопроводной сети в местах ее разветвления устанавливают смотровые колодцы 8.

В производственных зданиях могут применяться системы оборотного и повторного использования воды, системы охлаждения, умягчения воды и другие. Открытую же прокладку внутреннего водопровода круглогодичного действия следует проектировать в помещениях с температурой воздуха зимой больше +2 °С. Если же температура воздуха в помещениях меньше +2 °С, то должны предусматриваться соответствующие мероприятия по предохранению трубопровода от промерзания.

Вода, не подвергающаяся загрязнению в процессе использования и расходующаяся лишь на охлаждение установок, после охлаждения вновь используется для производственных целей.

4.4. Очистка сточных вод и канализация

Входит в число основных мероприятий при проектировании канализационной системы предприятия.

Выделяют механическую и биологическую очистку сточных вод. Схемы станций для механической и биологической очистки сточных вод приведены на рис. 4.7. В данном случае предусмотрена также система обеззараживания и сброса очищенных вод обратно в водоем.

Под системой канализации подразумевают комплекс инженерных сооружений и санитарных мероприятий, служащих для приема загрязненных вод, удаление их за пределы предприятия к очистным сооружениям, их очистка, обеззараживание и сброс в водоемы.

Все сточные воды могут быть:

- бытовыми (хозяйственно-фекальными);
- производственными (промышленными);
- дождевыми (атмосферными).

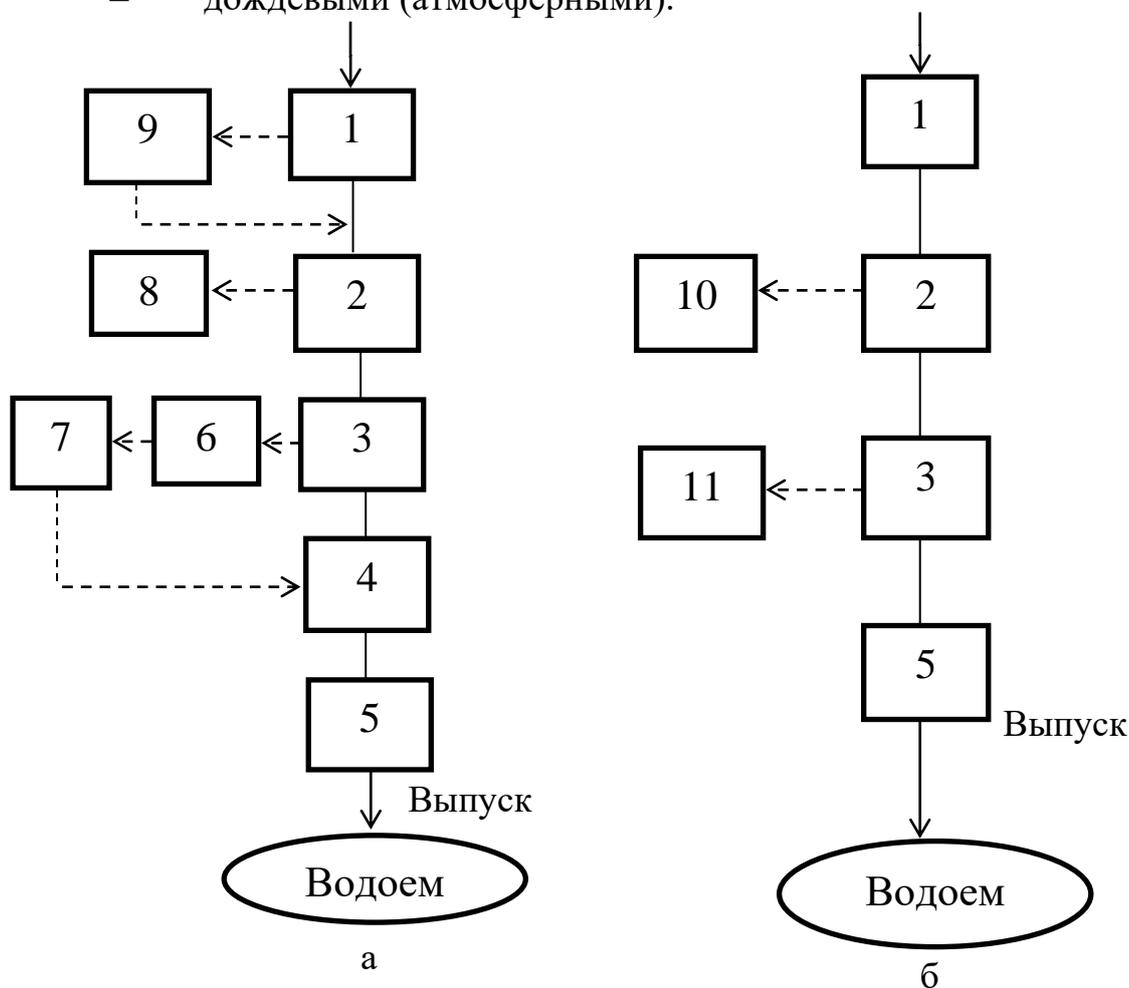


Рис. 4.7. Схема станций для механической (а) и биологической (б) очистки сточных вод: 1 – решетка; 2 – песколовка; 3 – отстойники; 4 – обеззараживание; 5 – контактный резервуар; 6 – переработка отстоянного материала в метан; 7, 11 – иловые площадки; 8, 10 – песковые площадки; 9 – дробилка

К бытовым сточным водам относят воду, поступающую от умывальников, душевых, санузлов и т.д.

Производственные воды – это воды, использованные в производственных процессах и загрязненные примесями. Сильно загрязненные и требующие очистки подвергаются перед спуском химической обработке; условно же чистые производственные воды спускаются в водоемы без очистки или повторно используются в производстве.

Дождевые воды образуются вследствие выпадения дождя или таяния снега.

Выделяют общесплавную, отдельную и полураздельную системы канализации. В общесплавной системе все виды сточных вод поступают в единую общую сеть и очистные сооружения. Отдельная канализация включает ливневую и хозяйственно-бытовую сети. В ливневую поступают атмосферные и условно чистые производственные сточные воды, которые не требуют очистки перед сбросом в водоем. Хозяйственно-бытовая принимает бытовые и загрязненные производственные воды. Отдельная система канализации в большинстве случаев оказывается экономичней общесплавной благодаря резкому уменьшению объема очистных сооружений, что определило ее широкое распространение в промышленном строительстве. Полураздельная канализация, как и отдельная, состоит из двух сетей. Ее отличие заключается в том, что в сеть, идущую на очистные сооружения, направляются также первые, наиболее загрязненные порции атмосферной воды в начале дождя и вся влага от кратковременных дождей.

Любая канализационная сеть включает следующие элементы:

- внутреннюю цеховую канализационную сеть;
- наружную дворовую канализационную сеть;
- уличную канализационную сеть;
- насосные станции для перекачки сточных вод и напорные водоводы;
- сооружения для очистки сточных вод и утилизация полезных веществ, устройства для выпуска очищенных вод в водоемы.

Цеховая канализация применяет и отводит загрязненные воды за пределы здания до дворового колодца. Из дворовой сети сточная вода через соединительную ветку поступает в уличную сеть. Сточные воды отводят к месту их очистки самотеком. Для перекачки сточных вод из труб (коллекторов) в очистные сооружения устраивают канализационные насосные станции. Для перекачки используют специальные насосы.

Проектируют следующие системы внутренней цеховой канализации:

- бытовую – для отведения сточных вод от унитазов, умывальников, ванн, душей и др.;
- производственную – для отведения производственных сточных вод;
- объединенную – для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;

– внутренние водостоки – для отведения дождевых и талых вод с кровли здания.

Системы внутренней канализации включают: приемники сточных вод, отводящие трубопроводы, канализационные стояки, выпуски до смотрового колодца, гидрозатворы, задвижки и насосные установки.

Внутренние сети канализации не разрешается прокладывать в приточных вентиляционных камерах, в местах установки производственных печей, в производственных помещениях, требующих особого санитарного режима.

Существуют следующие системы наружной канализации:

- хозяйственно-фекальная;
- производственная для грязных стоков, не содержащих жира;
- производственная для условно чистых вод;
- ливневая.

Наименьшая глубина заложения труб при диаметре их до 500 мм, принимается на 0,3 м выше нормативной глубины промерзания. Расстояние между смотровыми колодцами принимают при $d = 150 \dots 600$ мм равным 50 м; при $d = 600 \dots 1400$ мм – 75 м.

Колодцы устанавливают также в местах поворотов при изменении диаметра и уклона труб, в местах присоединения стыков и при перепадах высот труб.

Основными методами очистки являются: механический, физико-химический, химический и биохимический.

При механической очистке из сточных вод удаляют минеральные загрязнения. Это достигается путем процеживания, отстаивания, фильтрования, обработки в гидроциклонах и центрифугах.

Физико-химические методы: экстракция, сорбция, кристаллизация, флотация (в экстракторах или с помощью измельченных твердых тел – торф, каолин, зола, опилки, активированный уголь).

Химические – коагулирование, нейтрализация, окисление (в отстойники добавляют известь, глинозем и др.), окисление хлорной известью, коагулируемые агентами, гипохлоритом натрия и т.д.

Биохимическая очистка сточных вод – для извлечения из них мельчайшей взвеси, не осаждающейся в отстойниках (поля орошения и фильтрации – естественные условия, биологические фильтры и аэротенки – железобетонные резервуары $h = 5$ м и $b = 8$ м, куда поступает осветленная жидкость).

4.5. Общие теплотехнические требования к ограждающим конструкциям зданий

При проектировании конструкции наружных ограждений следует иметь в виду, что при недостаточной величине их термосопротивления температура на внутренней поверхности ограждения окажется ниже допустимой нормами. Резкое снижение температуры на внутренних поверхностях ограждений не

только отрицательно влияет на теплообмен человеческого организма, но и вызывает конденсацию влаги этих поверхностей.

Материалы для защиты зданий от теплообмена с окружающей средой должны обладать достаточными теплозащитными свойствами. Особое значение имеет теплопроводность материала ограждающих конструкций.

Теплопроводность – это свойство материала передавать тепло через толщу от одной своей поверхности к другой. Обозначается λ и измеряется в Вт/(м·К). Ограждающие конструкции могут быть как однослойными, так и многослойными.

Важнейшим теплотехническим свойством материала является сопротивление его прохождению через него тепла – термическое сопротивление R_0 , которое для однослойного (однородного) материала определяется формулой (4.1).

$$R_0 = R_B + R + R_H. \quad (4.1)$$

Если же отражение многослойно и состоит из нескольких плоских слоев, то общее термическое сопротивление для него определяется по формуле:

$$R_0 = R_B + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_H, \quad (4.2)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – термосопротивления отдельных слоев ограждения, м²·К/Вт;

R_B – термическое сопротивление тепловосприятию (для гладких стен и потолков $R_B = 0,133$ м²·К/Вт), м²·К/Вт;

R_H – термическое сопротивление теплоотдачи для поверхностей, непосредственно соприкасающихся с наружным воздухом, м²·К/Вт. Для наружных сетей, бесчердачных совмещенных покрытий и др. $R_H = 0,05$ м²·К/Вт.

Термические сопротивления отдельных слоев ограждения вычисляют по формуле (4.3) или для многослойного ограждения по формуле (4.4):

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (4.3)$$

$$R = \frac{\sum \delta}{\lambda}, \quad (4.4)$$

где δ – толщина ограждения, м;

λ – теплопроводность материала, Вт/(м·К).

Из формул (4.3) и (4.4) видно, что для увеличения термосопротивления R необходимо увеличить толщину ограждения δ или применить для ограждения материал, обладающий меньшей теплопроводностью λ .

Для выбранных ограждающих конструкций должны быть вычислены фактические величины сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций R_0 , и их значения сопоставлены с требуемым сопротивлением ограждающих конструкций R_0^{TP} , причем R_0 должно быть не менее R_0^{TP} :

$$R_0^{TP} = R_B \frac{t_B - t_H}{\Delta t_H}, \quad (4.5)$$

где Δt_n – значение температурного перепада, принимаемое по СНиП 23-02-2003 [28].

Для наружных ограждений производственных помещений со значительными тепловыделениями, а также в случаях, когда внутренняя поверхность стен и покрытий подвергается интенсивному облучению лучистым теплом или омывается сухим горячим воздухом, значения Δt_n и R_0^{TP} не нормируются. То же справедливо, если число работающих на предприятии невелико (на одного рабочего приходится площадь пола свыше 100 м²).

В этих случаях наружные ограждающие конструкции здания должны удовлетворять требованиям только механической прочности и непродуваемости.

Во всех же других случаях ограждающие конструкции отапливаемых зданий рассчитывают на сопротивление и теплопередачу.

При определении теплотерь помещений через поверхности ограждения следует учитывать основные и добавочные потери тепла.

Основные теплотери помещений предприятия определяют простым суммированием теплотерь через отдельные ограждающие конструкции, рассчитывают:

$$Q = \frac{F}{R_0} n (t_B - t_H), \quad (4.6)$$

где F – площадь поверхности ограждения, м²;

R_0 – сопротивление теплопередачи конструкций ограждения, м²·К/Вт;

t_B и t_H – соответственно расчетная температура внутреннего воздуха помещения и наружного воздуха для холодного периода, соответствующая расчетным параметрам, °С.

n – поправочный коэффициент к расчетной разности температуры, принимаемой по СНиП (для наружных стен, без чердачных покрытий, перекрытий над проездами $n = 1$).

Добавочные теплотери через ограждения помещений различного назначения исчисляются в процентах к основным теплотерям.

При расчетах теплотерь через отдельные ограждающие конструкции вместо общего термосопротивления R_0 часто используется обратная величина, называемая общим коэффициентом теплопередачи ограждения R :

$$R = \frac{1}{R_0}. \quad (4.7)$$

Тогда уравнение (4.6) будет иметь вид:

$$Q = R F n (t_B - t_H). \quad (4.8)$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горшков, В.К. Основы строительного проектирования пищевых предприятий: учеб. пособие / В.К. Горшков, П.Б. Разговоров; Иван. гос. хим.-технол. ун-т, Иваново, 2001. 91 с.
2. Гулак, Л.И. Проектирование производственных зданий пищевых предприятий : учеб. пособие для вузов по направлению подготовки диплом. спец. 260200 «Пр-во продуктов питания из растительного сырья». СПб: Проспект Науки, 2009. 400 с.
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 024/2011. Технический регламент на масложировую продукцию. Вступил в силу 2013–07–01.
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Введ. 2008–03–01.
5. ВНТП 20-91. Ведомственные нормы технологического проектирования предприятий по производству растительных масел из семян масличных культур (подсолнечника, сои). Введ. 1991–07–01. М.: Гипропищепром-3, 1991.
6. ГОСТ 28984-2011. Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения. Введ. 2013–01–01. М.: Стандартиформ, 2013. 16 с.
7. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Введ. 2009–05–01. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
8. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. Введ. 2015–11–01. М.: Стандартиформ, 2015. 24 с.
9. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. Введ. 2004–10–01. М.: Госстрой России, 2004.
10. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы. – Введ. 1971–04–01. М.: Стандартиформ, 2007. 2 с.
11. ГОСТ 21.201-2011. Система проектной документации для строительства. Условные графические изображения элементов зданий, сооружений и конструкций. Введ. 2013–05–01. М.: Стандартиформ, 2013. 20 с.
12. ГОСТ 2.307-2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. Введ. 2011–01–01. М.: Стандартиформ, 2012. 31 с.
13. ГОСТ 21.501-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. Введ. 2013–05–01. М.: Стандартиформ, 2013. 42 с.

14. ГОСТ 21.112-87. Система проектной документации для строительства. Подъемно-транспортное оборудование. Условные изображения. Введ. 1988-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 6 с.
15. ГОСТ 24476-80. Фундаменты железобетонные сборные под колонны каркаса межвидового применения для многоэтажных зданий. Технические условия. – Введ. 1982-01-01. М.: Изд. стандартов, 1988. 10 с.
16. ГОСТ 28737-2016. Балки фундаментные железобетонные для стен зданий промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Технические условия. Введ. 2017-06-01. М.: Стандартиформ, 2017. 12 с.
17. ГОСТ 25628.1-2016. Колонны железобетонные для одноэтажных зданий предприятий. Технические условия. Введ. 2017-01-01. М.: Стандартиформ, 2016. 8 с.
18. ГОСТ 18979-2014. Колонны железобетонные для многоэтажных зданий предприятий. Технические условия. Введ. 2015-07-01. М.: Стандартиформ, 2015. 18 с.
19. ГОСТ 18980-2015. Ригели железобетонные для многоэтажных зданий. Технические условия. Введ. 2017-01-01. М.: Стандартиформ, 2016. 16 с.
20. ГОСТ 21506-2013. Плиты перекрытий железобетонные ребристые высотой 300 мм для зданий и сооружений. Технические условия. Введ. 2015-01-01. М.: Стандартиформ, 2014. – 18 с.
21. ГОСТ 27215-2013. Плиты перекрытий железобетонные ребристые высотой 400 мм для промышленных зданий и сооружений. Технические условия. Введ. 2015-01-01. М.: Стандартиформ, 2014. 14 с.
22. ГОСТ 20372-2015. Балки стропильные и подстропильные железобетонные. Технические условия. Введ. 2017-01-01. М.: Стандартиформ, 2016. 19 с.
23. ГОСТ 20213-2015 Фермы железобетонные. Технические условия. Введ. 2017-01-01. М.: Стандартиформ, 2016. 20 с.
24. ГОСТ 28042-2013. Плиты покрытий железобетонные для зданий и сооружений. Технические условия. Введ. 2015-01-01. М.: Стандартиформ, 2014. 26 с.
25. ГОСТ 31310-2015. Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия. Введ. 2017-01-01. М.: Стандартиформ, 2016. 24 с.
26. ГОСТ 23120-2016. Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия. – Введ. 2017-03-01. – М.: Стандартиформ, 2016. 11 с.
27. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Введ. 2003-06-26. М.: Госстрой России, 2004.
28. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. Введ. 2003-10-01. М.: Госстрой России, 2004.

Учебное издание

Деревеньков Илья Александрович

Разговоров Павел Борисович

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МАСЛОЖИРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Учебное пособие

Редактор О.А. Соловьева

Подписано в печать 17.11.2017. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 5,0. Тираж 50 экз. Заказ

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7