

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



В.О. Мамченко, Н.В. Норина,

Е.А. Радченко

**ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ
ХОЛОДИЛЬНИКОВ
И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2009

УДК 69.(02+05+059):624.(044+142):691.(1+2+3+5)
ББК 65.290.2+65.304.25
М 62

Мамченко В.О., Норина Н.В., Радченко Е.А.

М 62 **Основы строительства и эксплуатации зданий холо-дильников и
пищевых производств:** Учеб. пособие. –СПб.: СПбГУНиПТ, 2009. – 92 с.

ISBN 978-5-89565-192-6

Изложено содержание дисциплины в соответствии с рабочей программой, разработанной с учетом требований Государственного стандарта. Освещены современный уровень промышленного строительства зданий пищевых производств и холодильников, принципы расчета конструктивных и ограждающих элементов. Отражены эксплуатационные особенности рассматриваемых зданий, возможные дефекты и деформации их элементов и методы устранения.

Предназначено для слушателей нестроительных специальностей всех форм обучения.

УДК 69.(02+05+059):624.(044+142):691.(1+2+3+5)
ББК 65.290.2+65.304.25

Рецензенты

Кафедра строительной механики Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (зав. кафедрой доктор техн. наук, проф. В.И. Плетнев)

Доктор техн. наук, проф. С.М. Галилеев (Санкт-Петербургский инженерно-экономический государственный университет)

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом университета

ISBN 978-5-89565-192-6

© Санкт-Петербургский государственный
университет низкотемпературных
и пищевых технологий, 2009

ВВЕДЕНИЕ

Рост промышленного производства и развитие промышленности (технический прогресс) неизбежно связаны с капитальным строительством, с которым инженерам всех специальностей, работающим на промышленных предприятиях, в производственных объединениях, приходится сталкиваться в практической деятельности.

Основы промышленного строительства изучают студенты многих технологических и механических специальностей: мясной и молочной, пищевой, холодильной и др. Это объясняется тем, что при проектировании промышленных предприятий технологи и механики совместно со строителями, энергетиками, экономистами принимают непосредственное участие в выборе наиболее правильных решений по строительству промышленных предприятий.

Студенты, впоследствии инженеры нестроительных специальностей, должны знать требования, предъявляемые к конструкциям зданий, строительным материалам и проектированию производственных предприятий. На всех фабриках, заводах, предприятиях непрерывно совершенствуется технологический процесс производства, модернизируется оборудование, расширяется объем производства, а следовательно, ведется капитальное строительство с реконструкцией существующих и постройкой новых зданий и сооружений, требующих внимания и участия всех специалистов.

При курсовом и дипломном проектировании студенты выполняют, как правило, проект завода или цеха с решением генерального плана предприятия, планов этажей и разрезов здания; как будущие эксплуатационники, они должны хорошо ориентироваться в вопросах разработки технологических компоновок, контроля строительного производства, эксплуатации производственных зданий и учитывать требования современного строительства.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

1.1. Классификация зданий

Любую законченную постройку называют сооружением. Здание – это сооружение, имеющее замкнутое пространство, предназначенное и приспособленное для жизнедеятельности человека. Здания подразделяются на гражданские и промышленные. К гражданским зданиям относятся жилые, культурно-просветительные, административные, коммунально-бытовые; к промышленным – производственные, энергетические, складские, транспортно-ремонтные, вспомогательно-бытовые. Сооружениями называют мосты, туннели, мачты, дымовые трубы и т. д.

Здания классифицируют по следующим признакам:

- по этажности – одноэтажные, малоэтажные (2–3 этажа) и многоэтажные;
- по долговечности наружных ограждающих конструкций (три ступени) – срок службы конструкций не менее 100 лет, не менее 50 лет, не менее 20 лет;
- по степени взрывопожарной опасности – наиболее опасные производства категорий А, Б (пожаро- и взрывоопасные); производства категорий В, Г, Д, Е.

По огнестойкости здания и сооружения подразделяют на пять степеней (1, 2, 3, 4, 5), которые характеризуются возгораемостью их элементов (несгораемые, трудносгораемые, сгораемые) и пределами их огнестойкости (в часах) под влиянием открытого огня.

Степень долговечности конструкций зданий, их огнестойкость, эксплуатационные, архитектурные и другие качества определяют капитальность здания. По совокупности всех указанных признаков различают четыре класса зданий: к 1-му классу относят здания, все признаки которых удовлетворяют повышенным требованиям; здания 2-го класса удовлетворяют требованиям выше средних; здания 3-го класса удовлетворяют средним требованиям; здания 4-го класса удовлетворяют минимальным требованиям.

1.2. Общая характеристика современных производственных зданий

Различные производства размещают в одноэтажных, многоэтажных зданиях или на открытых производственных площадках. Одноэтажные здания (рис. 1.1) наиболее целесообразны для предприятий, использующих тяжелое и сложное оборудование, а также производств, работа которых сопровождается значительными проявлениями вредных факторов и выделением избытка теплоты.

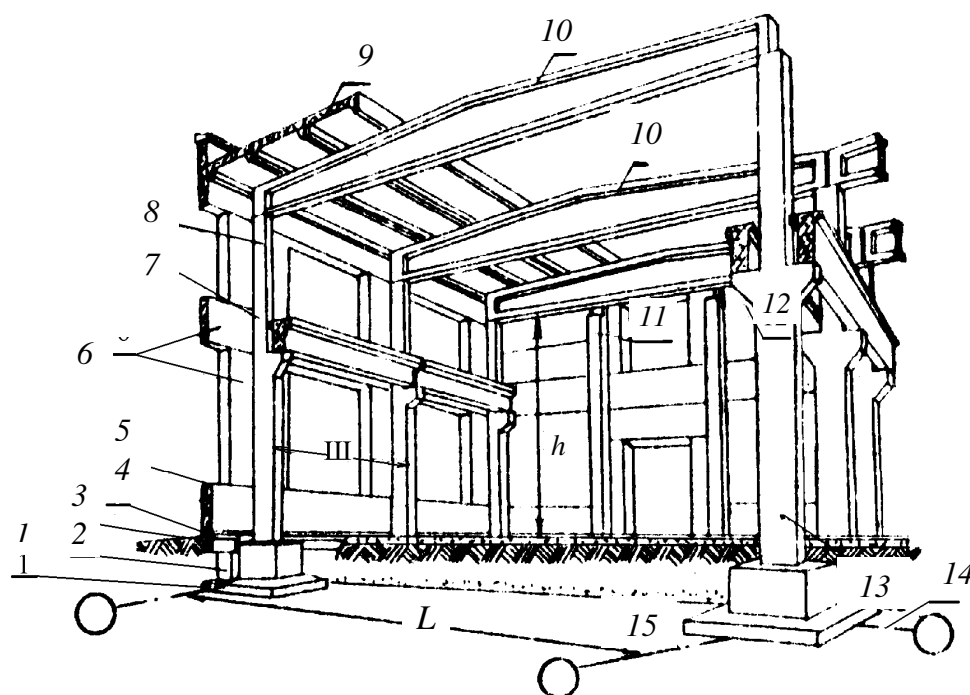


Рис. 1.1. Одноэтажное промышленное здание с железобетонным несущим каркасом:

1 – столбчатый фундамент; 2 – столбик-опора фундаментной балки;
3 – фундаментная балка; 4 – гидроизоляция по верху фундаментной балки;
5 – цокольные стеновые панели; 6 – самонесущие панели стены; 7 – подкрановая балка; 8 – колонны наружного ряда; 9 – панели покрытия; 10 – несущие балки
покрытия; 11 – колонны фахверка торцевой стены; 12 – консоли колонн-опор подкрановых балок; 13 – колонны внутреннего ряда; 14 – поперечные разбивочные оси; 15 – продольные разбивочные оси (L – пролет; III – шаг колонн; h – регламентированная высота помещения)

В одноэтажных зданиях производственный процесс организуют на больших площадях, не стесненных частым расположением колонн, с широкими возможностями использования горизонтального внутрипроизводственного транспорта, с размещением вертикальных технологических процессов на встроенных в здание рабочих площадках, этажерках и т. п. Стоимость возведения единицы объема одноэтажного здания значительно меньше, чем многоэтажного, поэтому в общем объеме промышленного строительства одноэтажные здания составляют по развернутой площади примерно 80 %.

В многоэтажных зданиях (рис. 1.2) размещают производства с вертикальным технологическим процессом, предприятия по изготовлению мелких однотипных трудоемких деталей, лабораторий, конструкторских бюро, административных и складских помещений.

Многоэтажные здания особенно целесообразны на стесненных участках в условиях городской застройки, на территории действующих предприятий и т. д.

Современные производственные здания, как правило, выполнены с полным несущим каркасом, воспринимающим все приходящие на здание нагрузки. Каркас окружают ограждающими (наружными) конструкциями, обеспечивающими внутри здания нужные температурный, влажностный, звуковой и другие режимы. Чтобы использовать при строительстве зданий разного назначения сборные детали заводского изготовления, все размеры элементов здания в горизонтальном и вертикальном направлениях назначают с учетом определенных закономерностей. За основной ритм изменения этих размеров принят модуль M , равный 100 мм. Размеры элементов здания могут иметь целое или дробное количество модулей. На основе унификации параметров зданий, их конструкций и деталей создают типовые проекты под определенные технологические процессы. Расстояние между несущими элементами каркаса здания (колоннами) образует сетку осей на плане. Расстояние между продольными осями называют пролетом, между поперечными осями – шагом колонн. Для одноэтажных производственных зданий пролеты принимают в 12000, 18000, 24000, 30000 мм и т. д., шаги – в 6000 и 12000 мм. В многоэтажных зданиях пролеты назначают в 6000 или 9000 мм; шаги колонн – 6000 и 12000 мм. Высоту помещений также назначают, исходя из системы модульных размеров.

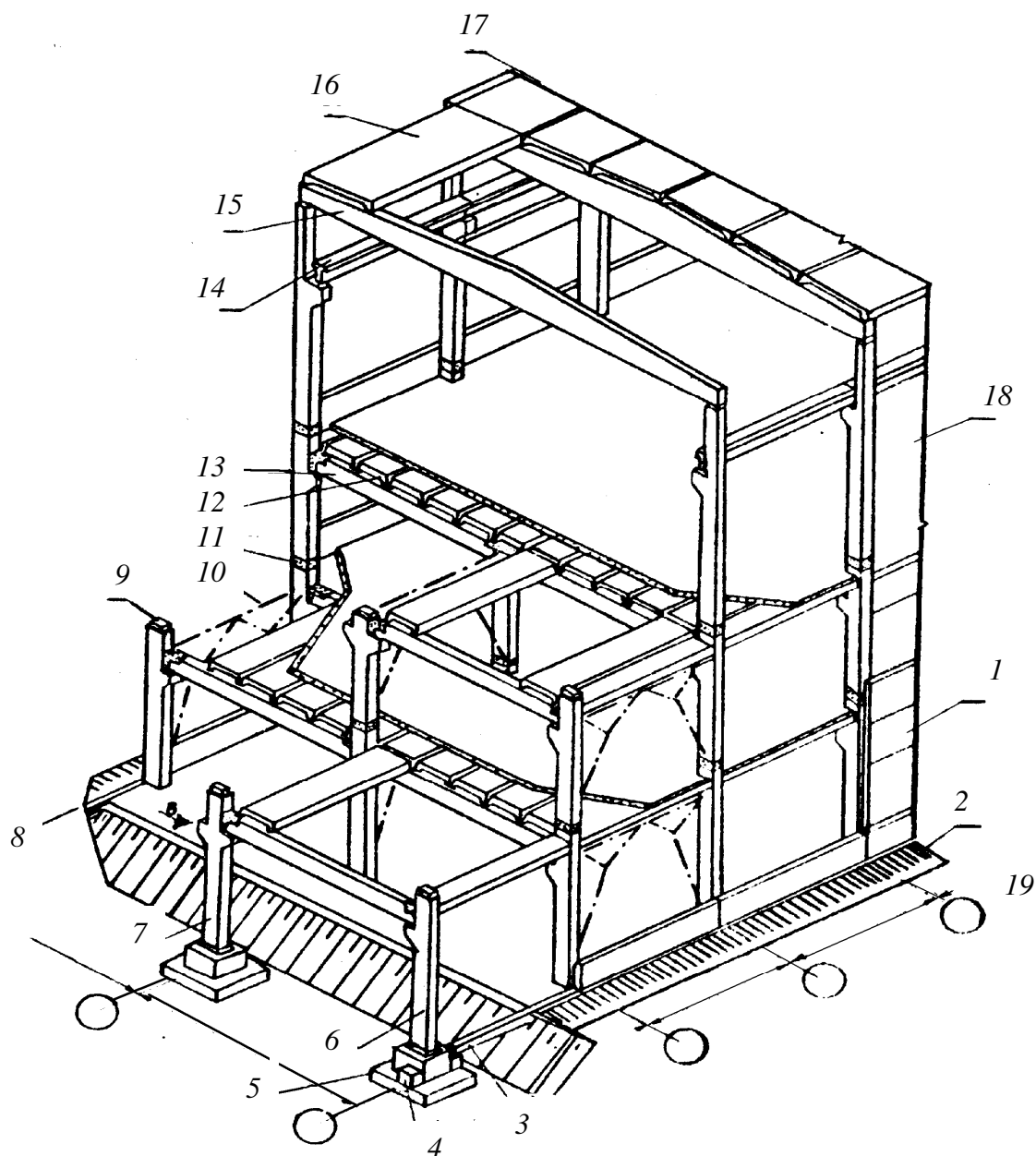


Рис. 1.2. Схема многоэтажного производственного каркасного здания:

1 – наружная стена из сборных панелей; 2 – асфальтовая отмостка вокруг здания;
 3 – сборные железобетонные фундаментные балки; 4 – столбик-опора под
 фундаментную балку; 5 – сборные железобетонные фундаменты под колонны;
 6 – колонны наружного ряда; 7 – колонны внутреннего ряда; 8 – отметка по-
 ла
 первого этажа; 9 – оголовок стыка колонны; 10 – вертикальные про-
 дольные
 связи; 11 – стык колонны; 12 – железобетонные сборные панели пере-
 крытий;
 13 – балки (ригели) перекрытий; 14 – подкрановые балки; 15 – балки покры-

тия; 16 – панели покрытий; 17 – ограждающие элементы покрытия (тепло-, гидроизоляция и т. п.); 18 – стеновые проемы; 19 – разбивочные оси здания

2. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

2.1. Фундаменты производственных зданий

Фундамент – подземная часть здания, передающая нагрузку от надземной его части нижележащим слоям грунта. Слои грунта, находящиеся в напряженном состоянии под действием нагрузки от фундамента, называют основанием.

2.1.1. Основания фундаментов

Грунт (в общем случае) – это трехкомпонентная среда, состоящая из твердых частиц, жидкости и газа. Классификация фракций грунта по крупности приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Классификация фракций по крупности

Наименование частиц	Размер частиц, мм
Окатанные: валуны галька гравий	> 200 200–40 40–2
Угловатые: камень щебень дресва (хрящ)	> 200 200–40 40–2
Песок: крупный средний мелкий тонкий	2–0,5 0,5–0,25 0,25–0,1 0,1–0,05
Пылеватые	0,05–0,005
Глинистые	< 0,005

К основным физическим характеристикам грунтов относятся:

- 1) плотность грунта – отношение массы грунта к его объему;
- 2) влажность грунта – отношение массы воды к массе твердых частиц (сухого грунта);
- 3) плотность сухого грунта, или плотность скелета грунта, – отношение массы сухого грунта (частиц грунта) к объему всего грунта;
- 4) пористость – отношение объема пор ко всему объему грунта, или объем пор в единице объема;
- 5) коэффициент пористости – отношение объема пор к объему скелета грунта;
- 6) степень водонасыщения, или степень влажности, – отношение объема воды к объему пор;
- 7) характеристики консистенции глинистых грунтов:
 - предел раскатывания – влажность, при которой грунт переходит из твердого состояния в пластичное;
 - предел текучести – влажность на границе пластичной и текучей консистенций;
 - число пластичности – разность числовых значений влажности на пределе текучести и пластичности. По числу пластичности глинистые грунты разделяют на супеси, суглинки и глины;
- 8) характеристики плотности сложения песчаных грунтов – степень плотности сложения, или коэффициент относительной плотности сложения. В зависимости от величины относительной плотности сложения несвязные грунты подразделяют на рыхлые, средней плотности и плотные.

2.1.2. Определение глубины заложения фундаментов

Глубина заложения фундамента – основной фактор, обеспечивающий необходимую несущую способность и деформации основания, не превышающие предельные. Она определяется с учетом назначения сооружения, размера и характера нагрузок на фундамент, глубины заложения фундаментов примыкающих сооружений, глубины прокладки коммуникаций, существующего и проектируемого рельефа застраиваемой территории, гидрогеологических и инженерно-геологических условий площадки строительства и глубины сезонного промерзания грунтов.

Основания под фундаментами бывают естественными и искусственными. Если грунт в своем природном состоянии воспринимает все нагрузки от здания, обладая достаточной несущей способностью и нормируемой деформативностью, он является естественным основанием. В качестве естественных оснований используют скальные, крупнообломочные, песчаные (не обладающие свойствами пластичности) и глинистые (с числом пластичности, равным единице и более) породы.

При слабых грунтах прибегают к устройству искусственных оснований, которое заключается в укреплении естественного грунта различными способами (поверхностное уплотнение грунта ниже подошвы фундамента, цементация, битумизация, силикатизация, карбонизация и т. д.).

Для предварительной оценки области применения фундаментов различных типов в зависимости от грунтовых условий используют данные табл. 2.2.

Таблица 2.2

Область применения фундаментов различных типов

Основания	Грунты		Тип фундамента		
	Проре- заемые	Основа- ния	на естест- венном основании	на уплотненном или искусственно закрепленном	свай- ный
Однослойные	Слабые		±	±	±
	Средние		±	±	±
	Прочные		+	—	—
Двухслойные	Слабые	Средние	±	±	±
		Прочные	±	±	+
	Средние	Слабые	—	±	±
		Прочные	±	—	±
	Прочные	Слабые	±	±	—
		Средние	±	±	—

Примечание:

- + — рекомендуется к применению;
- ± — требуется вариантное проектирование;
- — не рекомендуется для применения.

При выборе глубины заложения фундаментов рекомендуется:

- предусматривать заглубление фундаментов в несущий слой грунта на 10–15 см;
- избегать наличия под подошвой фундамента слоя грунта малой толщины, если его строительные свойства значительно хуже свойств подстилающего слоя;
- закладывать фундаменты выше уровня подземных вод для исключения необходимости применения водопонижения при производстве работ.

Основным фактором, определяющим заглубление фундаментов, является глубина сезонного промерзания грунтов. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов принимается равной средней из ежегодных максимальных значений глубины их сезонного промерзания в течение минимум 10 лет либо на основе теплотехнических расчетов или по схематичным картам изолиний, которые составлены для районов, где глубина промерзания не превышает 2,5 м. Аналогично глубина сезонного промерзания грунта определяется в случае применения постоянной тепловой защиты основания, а также если тепловой режим здания может заметно влиять на температуру грунтов (холодильники, теплицы, котельные и т. д.).

Глубина заложения фундаментов неотапливаемых зданий назначается большей, чем для отапливаемых, так как условия оттаивания грунтов в летний период под этими сооружениями хуже, чем на открытой местности.

Глубину заложения фундаментов отапливаемых зданий назначают согласно условиям, приведенным в табл. 2.3. По условиям морозного пучения ее можно уменьшить за счет:

- применения постоянной теплозащиты грунта по периметру сооружения;
- проведения водозащитных мероприятий, уменьшающих степень пучинистости грунта;
- полной или частичной замены пучинистого грунта на непучинистый под подошвой фундамента;
- обмазки боковой поверхности фундаментов;
- засоления грунтов.

**Глубина заложения фундаментов по условиям
морозного пучения грунтов основания**

Грунты, находящиеся под подошвой фундаментов	Глубина заложения фундаментов при глубине расположения уровня подземных вод, м	
	$d_w \leq d_f + 2$	$d_w > d_f + 2$
Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные и средней крупности	Не зависит от d_f	Не зависит от d_f
Пески мелкие и пылеватые	Не менее d_f	Не зависит от d_f
Супеси с показателем текучести: $I_L < 0$ $I_L > 0$	Не менее d_f Не менее $I_L < 0$	Не зависит от d_f Не менее d_f
Суглинки, глины с показателем текучести: $I_L \geq 0,25$ $I_L < 0,25$	Не менее d_f Не менее d_f	Не менее d_f Не менее $0,5 d_f$

П р и м е ч а н и е:

d_f – расчетная глубина промерзания;

d_w – глубина расположения уровня подземных вод.

При проектировании фундамента здания, непосредственно примыкающего к фундаменту существующего, их следует принимать на одной отметке. При переходе на большую глубину необходимо предусмотреть устройство шпунтовой стенки или другого ограждения. При заложении фундаментов смежных отсеков на разных отметках переход от более заглубленной части к менее заглубленной должен выполняться уступами. Уступы не должны быть круче 1: 2, а высота уступа – меньше 60 см.

Для обоснованного решения вопросов о типах оснований производят гидрогеологическое обследование участка строительства (инженерно-геологические изыскания) путем бурения скважин в целях определения напластований грунтов и изучения их свойств, а также установления уровня грунтовых вод и их агрессивности

по отношению к фундаментам. Из скважин берут пробы грунтов с ненарушенной структурой и исследуют в лабораториях.

После выбора слоев в качестве оснований фундамента производят расчет по первому (несущей способности) и второму (деформациям) предельным состояниям. Расчет по несущей способности производят из условия

$$N \leq R,$$

где N – заданная на основание в наиболее невыгодной комбинации расчетная нагрузка, Н; R – несущая способность основания для данного направления нагрузки, Н.

Расчет по деформациям выполняют по формуле

$$S \leq [S],$$

где S – расчетная деформация основания, м; $[S]$ – предельная нормативная деформация основания, м.

Значения нормативного давления и предельной нормативной деформации оснований в зависимости от вида естественных оснований приводятся в табл. 2.4, 2.5.

Таблица 2.4

**Нормативное давление крупнообломочных, песчаных
и пылевато-глинистых (непросадочных) грунтов**

Виды естественных (грунтовых) оснований	Нормативное давление, МПа
Скальные породы	Не более 20 % предела прочности на сжатие
Крупнообломочные (щебенистые)	0,3–0,6
Пески крупные, независимо от влажности	0,35–0,45
Пески средней крупности	0,25–0,35
Пески мелкие	0,15–0,3
Пески пылеватые	0,1–0,25
Супеси	0,3–0,35
Суглинки	0,1–0,3
Глины	0,1–0,6

Предельные деформации основания

Сооружения	Средняя или максимальная (в скобках) осадка, см
Производственные одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом: железобетонным стальным	(8) (12)
Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами: из крупных панелей из крупных блоков или кирпичной кладки	10 10

2.1.3. Фундаменты производственных зданий

Фундаменты могут быть мелкого и глубокого заложения. По конструктивной форме фундаменты бывают ленточные под непрерывные несущие наружные или внутренние стены, столбчатые под опоры и колонны каркасных зданий, плитные и свайные.

Ленточные фундаменты могут быть монолитные или из сборных блоков. Монолитные устраивают из бута, бутобетона, бетона; они могут применяться в любых грунтовых условиях. Сборные фундаменты (рис. 2.1) состоят из ленты, собираемой из железобетонных плит, и стены, собираемой из бетонных блоков.

Фундаментные железобетонные плиты изготавливаются сплошными или ребристыми. Номенклатура типовых плит предусматривает четыре группы, каждая из которых характеризуется наибольшим значением среднего давления, передаваемого на основание, при соответствующем вылете консоли фундамента. Марки плит обозначаются буквами ФЛ и числами, характеризующими ширину и длину плиты. Цифра, отделенная дефисом, указывает группу по несущей способности. Например ФЛ20.12–4 – плита шириной 2000 мм, длиной 1180 мм, для среднего давления на подошве 0,45 МПа. Плиты армируют одиночными сетками или плоскими арматурными блоками, собираемыми из двух сеток – верхней и нижней. Фундаментные стены выполняют из сплошных ФБС или пустотелых ФБП блоков.

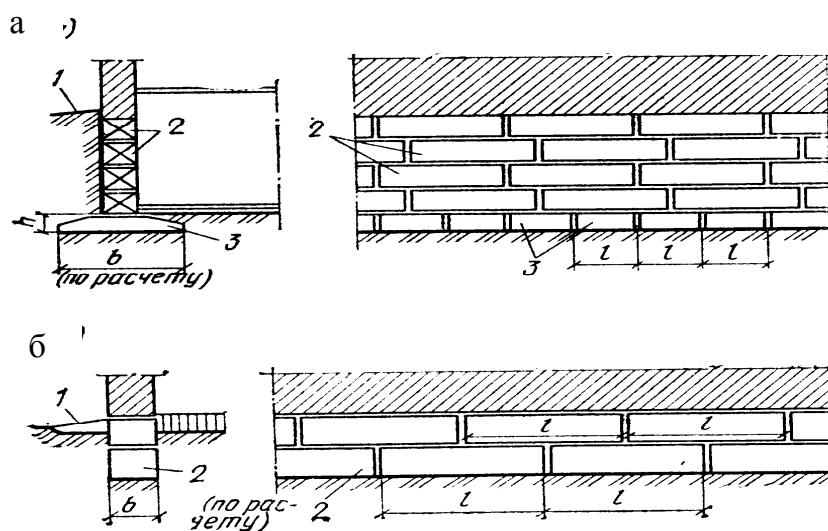


Рис. 2.1. Сборный ленточный фундамент:

а – для здания с подвалом; б – для здания без подвала;

1 – поверхность грунта; 2 – бетонные блоки стен; 3 – фундаментные плиты

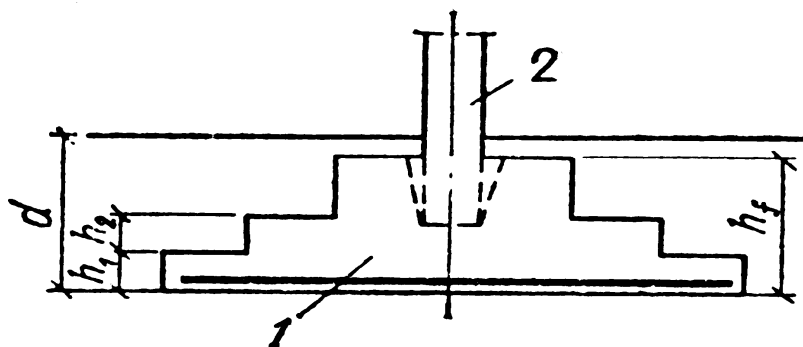
От поверхностных и подземных вод стены защищают путем устройства отстоков и укладки горизонтальной гидроизоляции на уровне не ниже 5 см от поверхности отстоки и не выше 30 см от подготовки пола подвала. Внешняя поверхность подвальных стен защищается обмазочной изоляцией в один или два слоя.

Столбчатые фундаменты под колонны являются монолитными железобетонными фундаментами, включающими плитную часть ступенчатой формы и подколонник. Сопряжение сборных колонн с фундаментом осуществляется с помощью стакана (рис. 2.2, а); монолитных – соединением арматуры колонн с выпусками из фундамента (см. рис. 2.2, б); стальных – креплением башмака колонны к анкерным болтам, забетонированным в фундаменте (см. рис. 2.2, в).

Плитные фундаменты устраивают под всем сооружением. Основными конструктивными типами являются безбалочная плита с опиранием колонн на сборные стаканы (рис. 2.3, а); безбалочная плита с монолитным стаканом (см. рис. 2.3, б); ребристая плита, соединяемая с колоннами с помощью монолитных стаканов (см. рис. 2.3, в); плита коробчатого сечения (см. рис. 2.3, г). Плитные фундаменты могут выполняться в сборном варианте в виде отдельных блоков или плит, соединяемых между собой с последующим омоноличиванием стыков. Указанные фундаменты применяются для снижения неравномерно-

сти деформаций при слабых, просадочных и набухающих грунтах, а также в сейсмических районах.

а



б

в

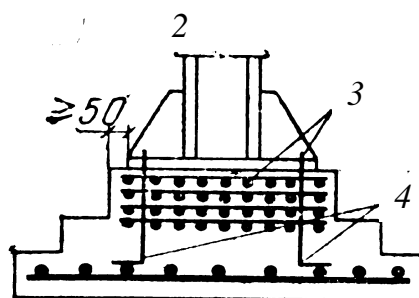
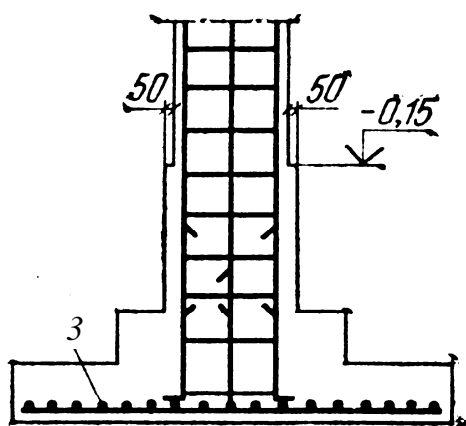
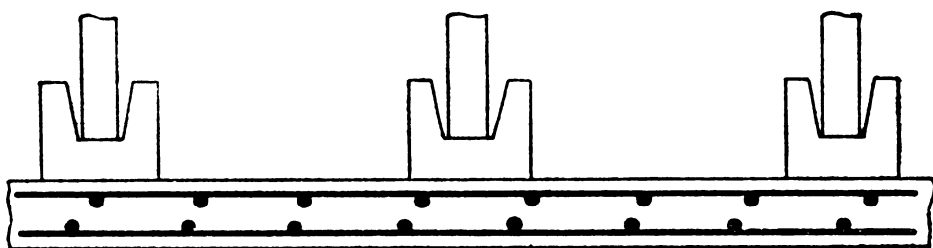


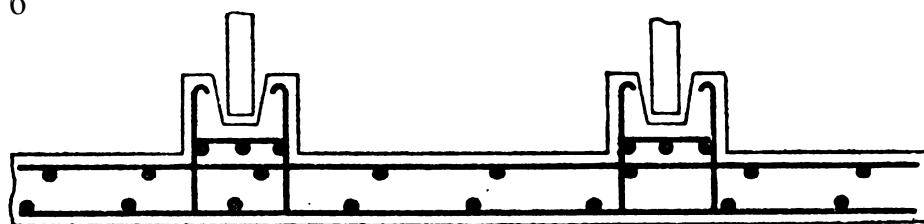
Рис. 2.2. Столбчатый фундамент под колонну:

- а – сопряжение сборных колонн с фундаментом с помощью стакана;
- б – сопряжение монолитных колонн с фундаментом;
- в – сопряжение стальных колонн с фундаментом;
- 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – арматурные сетки; 4 – анкерные болты

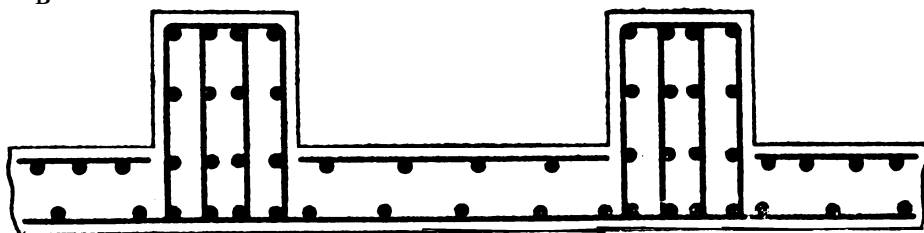
а



б



в



г

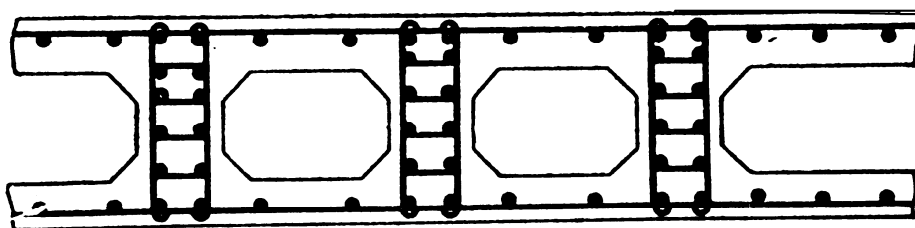


Рис. 2.3. Плитные фундаменты:

а – со сборными стаканами; б – с монолитными стаканами;
в – ребристая плита; г – плита коробчатого сечения

Свайные фундаменты классифицируют по следующим признакам:

по материалу – железобетонные, бетонные, керамзитобетонные, деревянные, стальные;

по конструкции – цельные и составные квадратные, круглые, прямоугольные и многоугольные, с уширением и без него, с острием и без острия, призматические и пирамидальные (конические), пустотелые и сплошного сечения, винтовые, свай-колонны;

по способу изготовления и погружения – сборные и монолитные, забивные, вдавливаемые, завинчиваемые, буроопускные, буронабивные, набивные в пробивных скважинах, виброштампованные;

по характеру работы в грунте – свай-стойки, опирающиеся на практически несжимаемые грунты, и висячие сваи, заглубленные в сжимаемые грунты.

Свайные фундаменты применяются в охлаждаемых большепролетных зданиях (рис. 2.4). Свайные основания в верхней части имеют обогрев или обсыпку гравием (щебнем), что исключает деформацию конструкций от сил морозного пучения грунта.

2.1.4. Определение основных размеров фундаментов

Для расчета ширины подошвы b ленточных фундаментов по их длине выделяют участок в 1 м, на котором определяют нагрузку по поверхности плоскости фундамента Q и ориентировочно нагрузку от его массы G , тогда

$$Q + G \leq R F = R \cdot 1 \text{ м} \cdot b,$$

но

$$G = b H \cdot 1 \text{ м} \cdot \gamma,$$

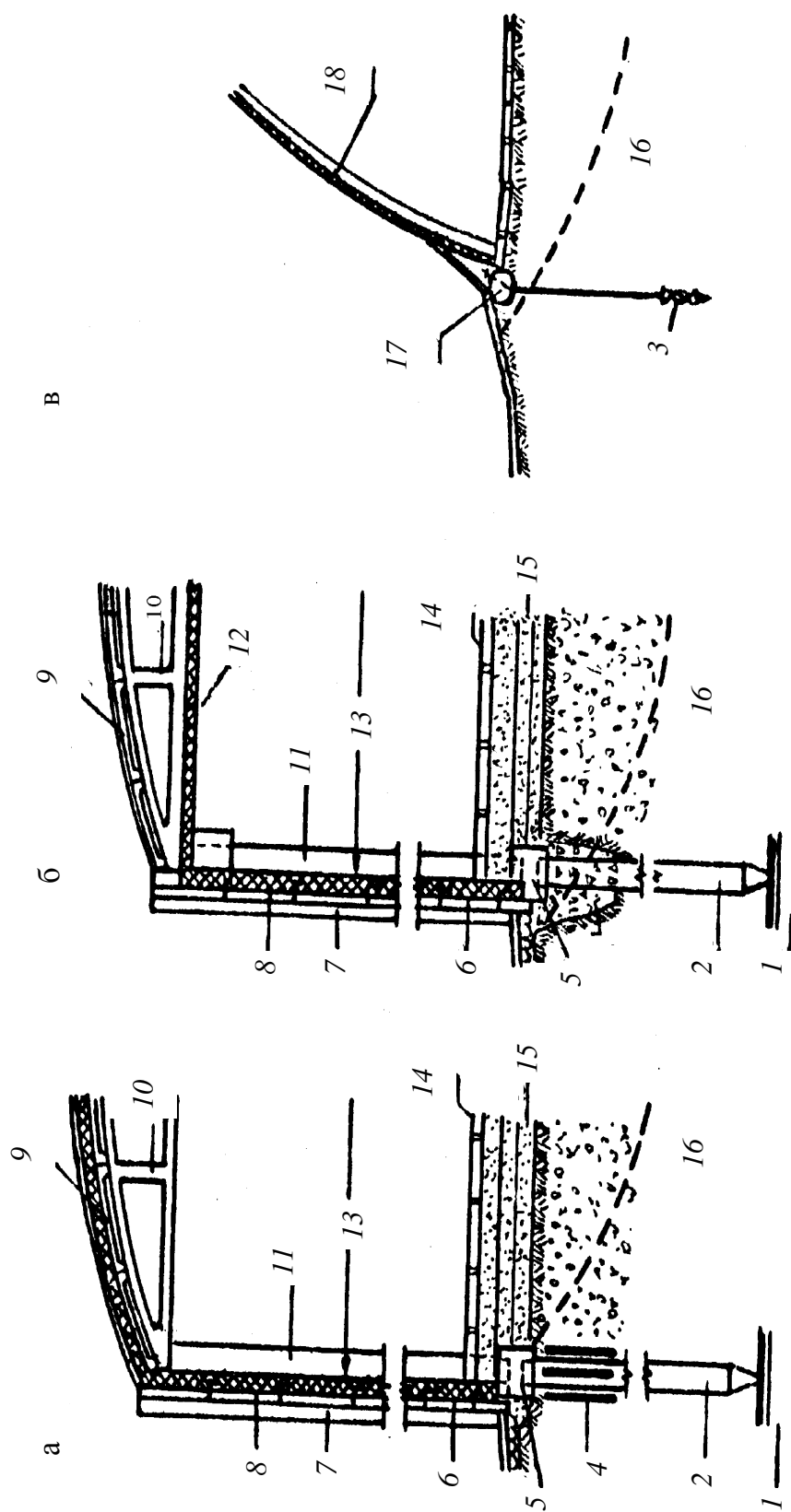
тогда

$$Q + G = Q + b H \gamma.$$

Отсюда

$$b = \frac{Q}{R - H\gamma},$$

где b – ширина подошвы фундамента, м; R – нормативное напряжение на грунт, МПа; H – высота фундамента, м; γ – объемный вес материала фундамента, Н/м³.



2.4. Использование свайных оснований в современных охлаждаемых одноэтажных большепролетных зданиях:

а – при локальном обогреве пучинистых грунтов по периметру верха свай; б, в – при обсыпке верха свай непучинистым и несвязным материалом (каменным щебнем, галькой);

1 – прочный естественный грунт; 2 – свая, винтовая, работающая на выдергивание; 4 – вертикальные электронагреватели вокруг верха свай; 5 – оголовки свай; 6 – несущие (навесные) стеновые панели; 7 – наружные стойки фахверка наружных панельных стен; 8 – тепло- и пароизоляция по наружным ограждающим элементам; 9 – железобетонные панели оболочки; 10 – бортовые балки (фермы) оболочки; 11 – колонна с фундаментом; 12 – расположение теплоизоляции под фермами оболочки (вариант подвешенного потолка); 13 – пролет здания; 14 – железобетонные плиты пола; 15 – подстилающий слой из крупнозернистого песка; 16 – возможное положение нулевой изотермы при установившемся режиме эксплуатации холодильника; 17 – труба бортовая металлическая; 18 – оболочка надувной конструкции стены с теплоизоляцией

При расчете площади подошвы столбчатого фундамента определяют нагрузку на верхнюю плоскость P . Тогда аналогично предыдущему уравнению при $F = a b$ и $k = a / b$

$$a = \sqrt{\frac{Pk}{R - H\gamma}},$$

где a и b – стороны подошвы фундамента, м.

Сваи и свайные фундамента рассчитывают по предельным состояниям двух групп: по предельным состояниям первой группы – несущую способность свай по грунту, прочность материала свай и ростверков, устойчивость свай и фундаментов; по предельным состояниям второй группы – осадки оснований свайных фундаментов, горизонтальные перемещения свай и фундаментов, образование или раскрытие трещин в железобетонных сваях и ростверках.

2.1.5. Фундаменты под машины и оборудование

Фундаменты предназначены для восприятия статических и динамических нагрузок от машин и оборудования и равномерной передачи этих нагрузок на основание. Устройство монолитных фундаментов допускают под все виды машин с динамическими нагрузками, а сборных – главным образом под машины периодического действия (с вращающимися частями, с кривошипно-шатунными механизмами).

По конструкции фундаменты бывают (рис. 2.5) массивные (под машины и оборудование сравнительно небольшой мощности), стенчатые (железобетонные перекрещивающиеся стенки, опирающиеся на плиту), рамные (каркас из балок и стоек, опирающихся на плиту).

Стенчатые и, особенно, рамные фундаменты применяют под тяжелое оборудование и машины очень большой мощности. Проектируют фундаменты так, чтобы они удовлетворяли условиям прочности, устойчивости, экономичности, а также чтобы колебания фундаментов не оказывали вредного влияния на обслуживающий персонал, технологические процессы, соседнее оборудование и приборы, на конструкции зданий и сооружений. Они должны быть просты по форме, обеспечивать удобное расположение на них машин. Глубину заложения

ния фундамента назначают с учетом конструкции и глубины заложения соседних фундаментов под оборудование. Целесообразно уменьшать высоту фундамента за счет увеличения площади его подошвы.

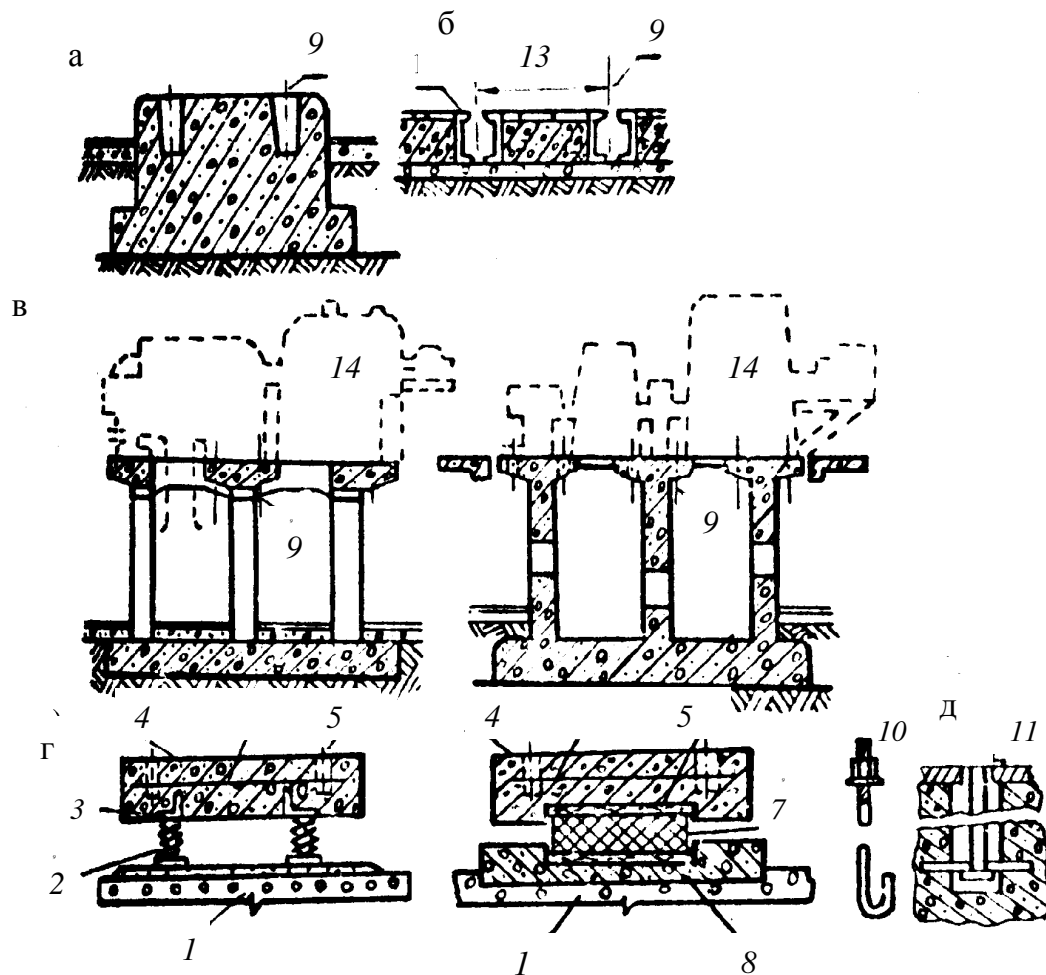


Рис. 2.5. Виды фундаментов под машины:

- а – массивные блочный и плитный; б – рамный; в – стенчатый;
- г – массивные на конструкциях перекрытий; д – образцы анкерных болтов;
- 1 – конструкция перекрытия; 2 – пружинный амортизатор; 3 – рама из металлических профилей; 4 – верхняя часть массивного фундамента;
- 5 – армирование фундамента; 6 – деревянная прокладка; 7 – резиновый амортизатор; 8 – нижняя часть фундамента; 9 – оси анкерных болтов;
- 10 – анкерный болт заливной; 11 – анкерный болт съемный;
- 12 – силовые элементы плитного фундамента; 13 – шаг силовых элементов;
- 14 – контуры машин

Для уменьшения вибраций машин с динамическими нагрузками рекомендуют применять виброизоляторы.

Расчет фундаментов машин и их оснований состоит из трех этапов:

- определения амплитуды вынужденных и свободных колебаний;
- вычисления среднего статического давления на основание фундамента;
- расчета прочности отдельных элементов конструкций фундамента на воздействие постоянных и временных нагрузок.

Фундаменты машин и их основания рассчитывают по двум группам предельных состояний: по первой группе – по несущей способности; по второй группе – по деформациям (колебаниям, прогибам и осадкам), затрудняющим нормальную эксплуатацию установленных на этих фундаментах машин и оборудования или соседних объектов, чувствительных к вибрациям.

По первой группе предельных состояний выполняют:

- проверку среднего статического давления под подошвой для фундаментов на естественном основании или несущей способности основания для свайных фундаментов, эта проверка производится для всех без исключения типов машин;
- расчет прочности отдельных элементов конструкции фундамента. Расчет выполняется для отдельных элементов рамных и стенчатых фундаментов, а также для отдельных сечений массивных фундаментов, ослабленных отверстиями или выемками.

Расчет фундаментов по второй группе предельных состояний включает: определение амплитуд колебаний фундаментов или отдельных их элементов; определение осадок и деформаций (прогибов, крена и т. п.) фундаментов или их элементов.

При проверке среднего статического давления под подошвой фундамента учитывают только статические нагрузки, поэтому в большинстве случаев проверку производят как при центральном сжатии.

2.2. Основные элементы каркасов зданий

Каркасы промышленных зданий выполняют из железобетонных элементов, из металла и смешанными. Основными элементами каркаса

являются: фундаменты, фундаментные балки, колонны, подкрановые балки, балки и фермы покрытий и перекрытий, элементы связей и т. д.

Колонны (рис. 2.6, табл. 2.6) воспринимают нагрузку от горизонтальных элементов каркаса и передают ее фундаментам.

Армирование колонн осуществляют горячекатаной сталью периодического профиля класса А-III, применяя бетон марок 200–500.

В одноэтажных зданиях с металлическим каркасом под очень большие нагрузки применяют колонны из металла. Они обычно имеют оголовок (верхняя часть), стержень (основная часть) и базу (опорная часть). Стержни этих колонн выполняют сплошными или сквозными (решетчатыми) постоянного и переменного сечения по высоте, а также раздельного типа по характеру восприятия нагрузок от элементов здания.

Таблица 2.6

Размеры типовых железобетонных колонн

Характеристика зданий, колонн	Размеры поперечного сечения, мм	Длина, мм
Одноэтажные:		
без мостовых кранов с пролетами:		
12	400×400	3600–9600
18	500×500	3600–9600
24	500×600	3600–9600
с кранами грузоподъемности 10 и 20 т с пролетами 18 и 24 м	500×800	3600–9600
с кранами большой грузоподъемности (больше 20 т) с пролетами до 30 м	400×500–500×700	3600–9600
Многоэтажные	400×400	–
	400×600	–
	Ø 400–	–
	600	

Балки и фермы служат для восприятия нагрузок от элементов покрытий, перекрытий, кранов и передачи их на колонны. Балки покрытий и перекрытий (рис. 2.7) с пролетом 6–18 м выполняют железобетонными постоянного или переменного по длине двутаврового, таврового, прямоугольного, полукрестового сечения.

Балки (ригели) перекрытий под пролеты 6 и 9 м выполняют постоянного сечения. Переменное сечение в балках покрытий обеспечивает восприятие больших внутренних усилий, возникающих

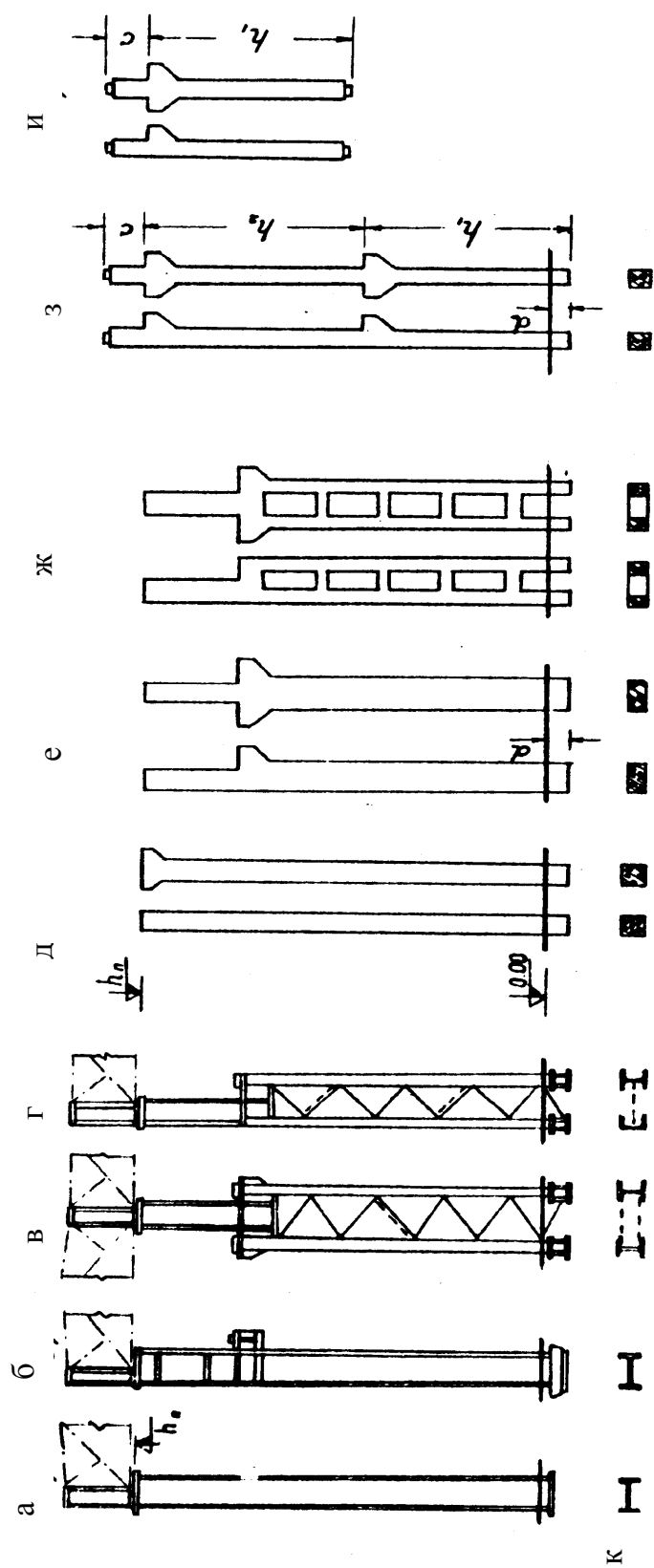


Рис. 2.6. Основные виды колонн промышленных каркасных зданий:

а – колонны стальные сплошные постоянного сечения при отсутствии крановой нагрузки; б – то же, при наличии крана; в, г – колонны стальные переменного сечения по высоте, подкрановая часть решетчатого вида; д – железобетонные колонны постоянного сечения по высоте для одноэтажных зданий без кранов; е – то же, переменного сечения для зданий с мостовыми кранами; ж – то же, в подкрановой части двухветвевые; з – железобетонные колонны многоэтажных зданий на два нижних этажа; и – то же, на один любой этаж; к – вид поперечных сечений

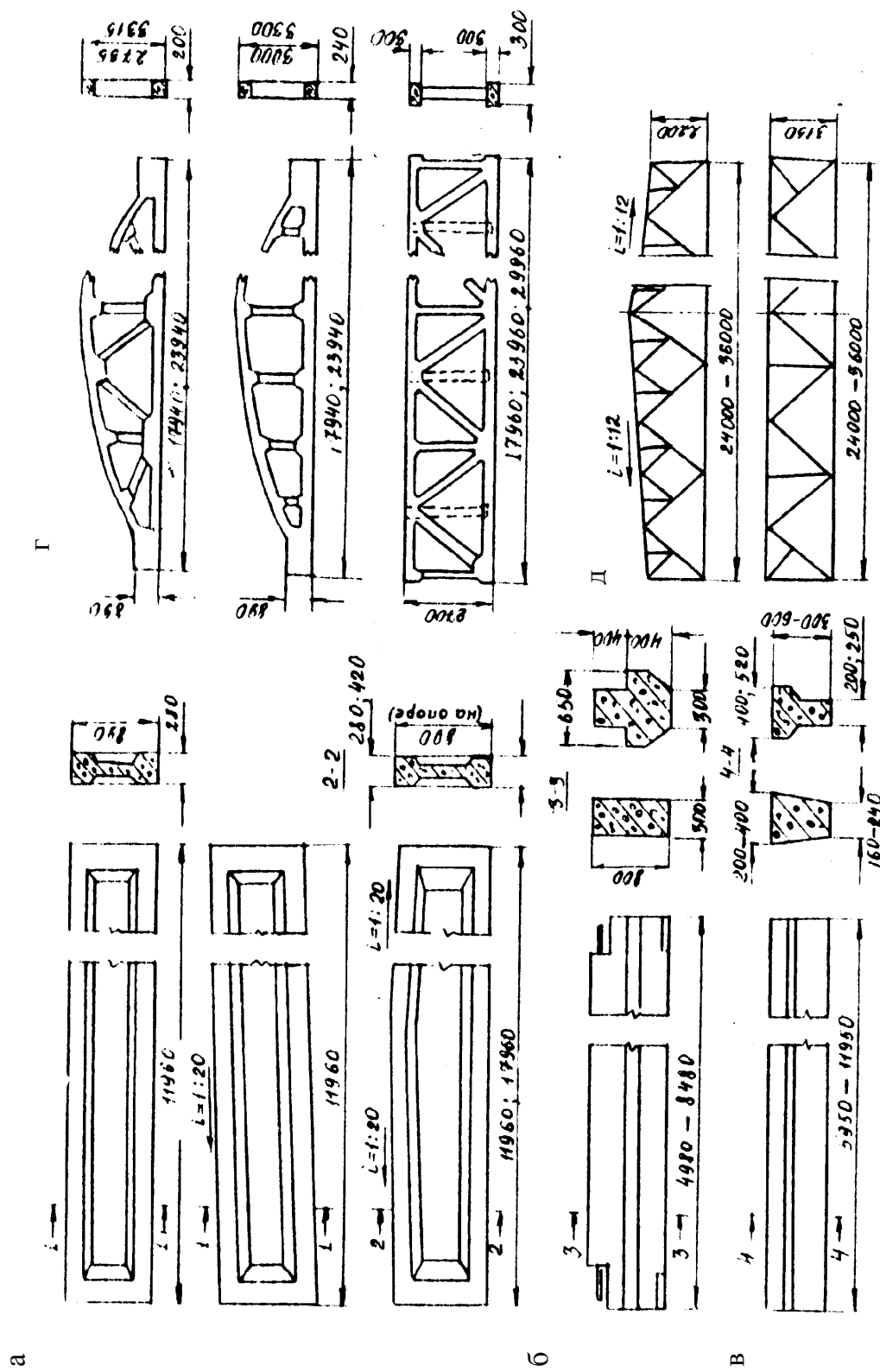


Рис. 2.7. Балки и фермы каркасов производственных зданий:

а — железобетонные балки покрытий одноэтажных зданий; б — то же, перекрытий многоэтажных зданий; в — то же, фундаментные балки; г — железобетонные фермы покрытий; д — схемы унифицированных стальных ферм покрытия одноэтажных больших зданий

в середине пролета от внешних нагрузок, а также уклонов в кровле. Подкрановые балки служат для передвижения по ним кранов и являются продольными связями между колоннами каркаса. Они могут быть железобетонными таврового и двутаврового сечения или металлическими под краны большой грузоподъемности. В покрытиях одноэтажных зданий при пролетах 24 м и более используют железобетонные и металлические фермы, экономически для этих условий более выгодные, чем балки.

Панели и плиты покрытий и перекрытий непосредственно воспринимают нагрузки (от массы оборудования, различных технологических грузов, ограждающих элементов здания и т. д.) и передают их на балки или фермы. Их выполняют из железобетона ребристыми (панели) или плоскими (плиты), сплошными и пустотными (рис. 2.8).

2.3. Принципы расчета несущих элементов каркаса здания

Основным методом расчета несущих элементов конструкций является метод расчета по предельным состояниям. В расчете по этому методу вместо единого коэффициента запаса прочности используют отдельные коэффициенты, которые устанавливают из большого числа опытных данных методами математической статистики и проверяют практически. Введение в расчет по методу предельных состояний отдельных коэффициентов, а также учет пластических свойств материалов приближает расчетные предпосылки к действительным состояниям работы конструкций.

Конструкции должны удовлетворять требованиям расчета по двум группам предельных состояний: по несущей способности (по прочности или устойчивости) и по пригодности к нормальной эксплуатации по перемещениям (прогибам, углам поворота, колебаниям, возникновению трещин и т. п.).

2.3.1. Расчет железобетонных конструкций

В центрально-сжатых или внецентренно сжатых конструкциях с малыми эксцентриситетами силы (рис. 2.9, а) учитывают работу бетона и арматуры по формуле

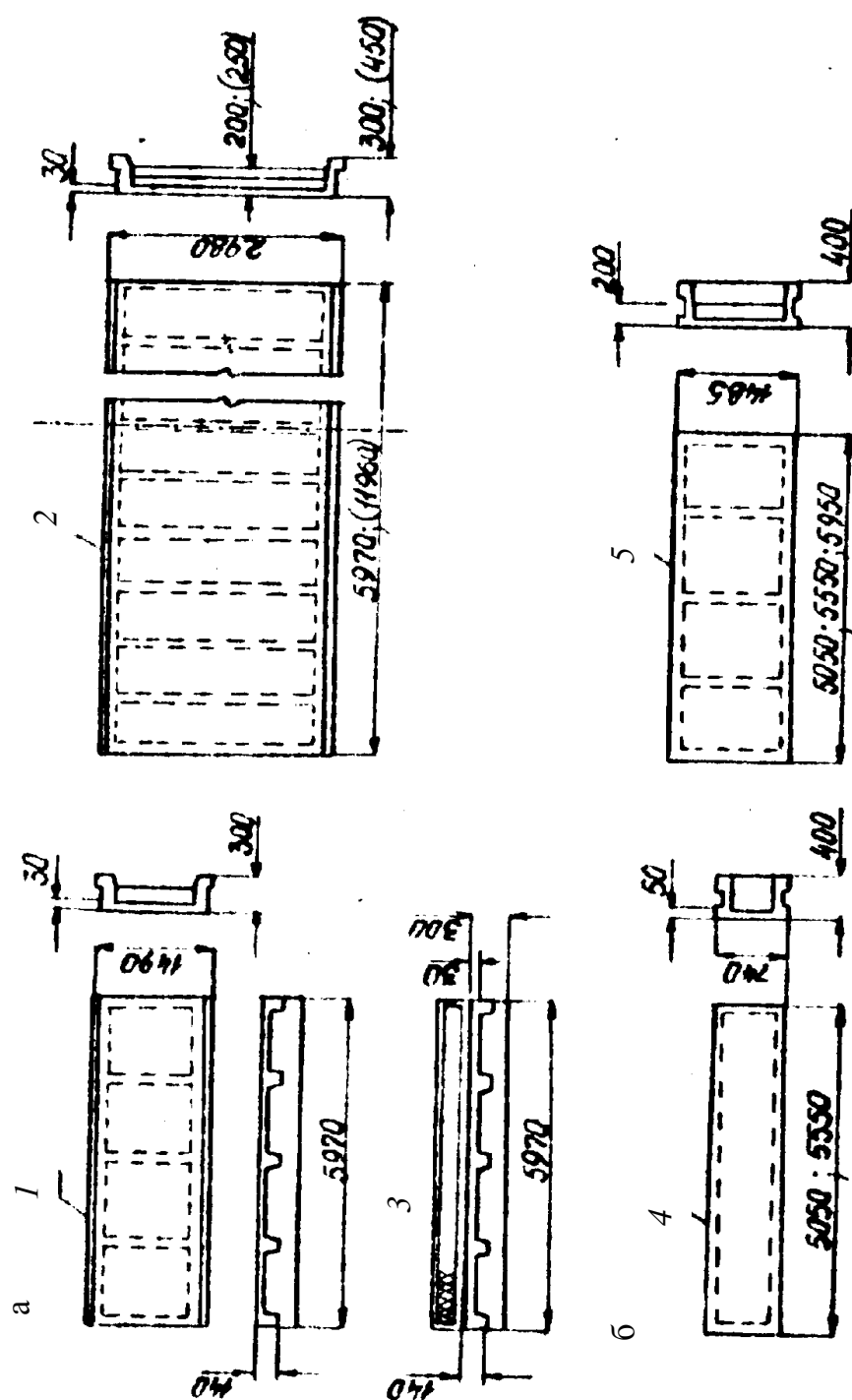


Рис. 2.8. Варианты унифицированных панелей балочных покрытий и перекрытий:

а – ребристые железобетонные панели покрытий; б – то же, перекрытий;

1 – панель покрытия под повышенные нагрузки; 2 – то же, под обычные нагрузки и для шагов колонн в 12 м; 3 – вариант комплексной панели покрытия (с установленной теплоизоляцией, рулонной кровлей);

4 – панель перекрытия доборная, 5 – то же, основная

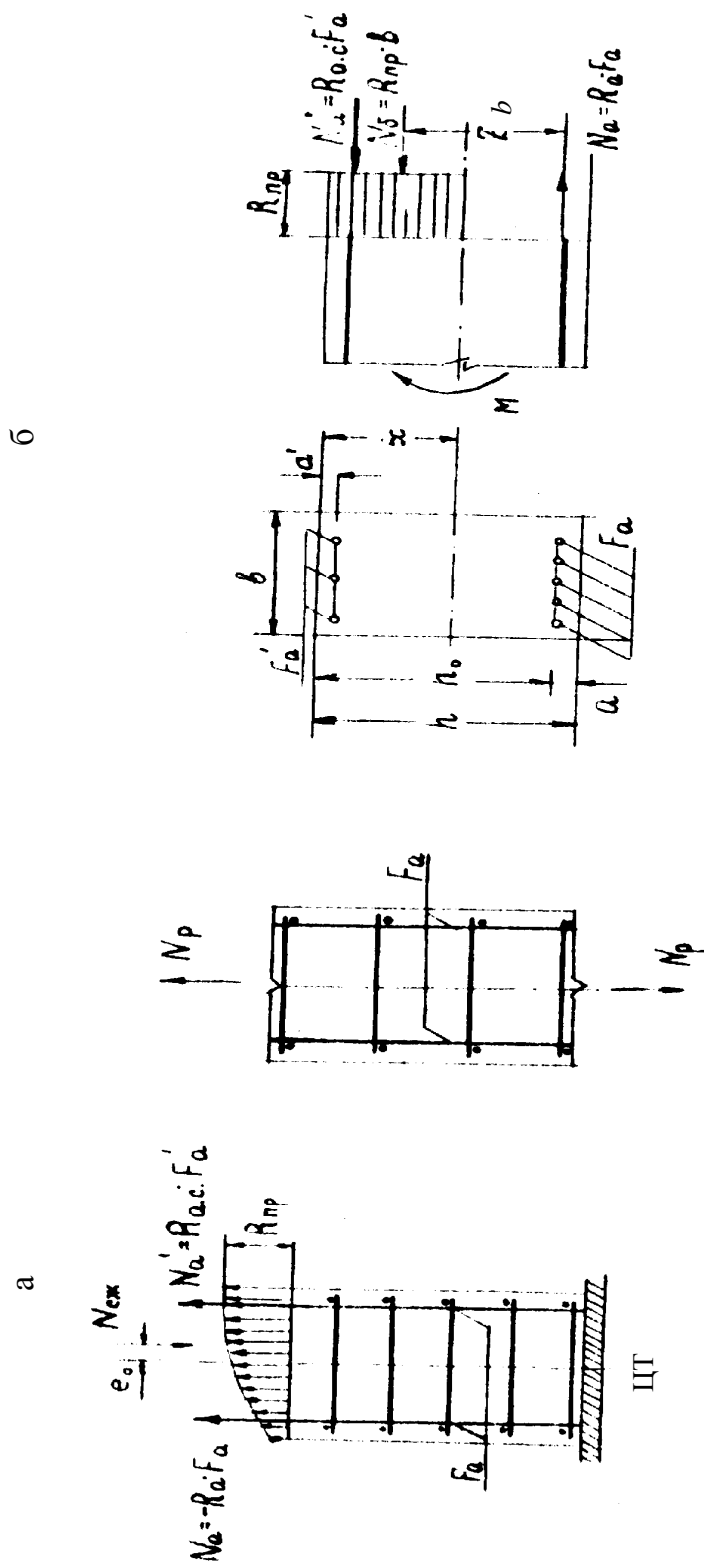


Рис. 2.9. Расчетные схемы для подбора сечений железобетонных конструкций элементов:
а – центрально- или внецентренно сжатых с малыми эксцентриситетами; б – центрально-растянутых;
в – изгибаемых прямоугольного сечения с арматурой в растянутой и сжатой зонах

$$N_{сж} \leq \varphi (R_{пр} F_{б} + R_{a.c} F'_a - R_a F_a).$$

В центрально-растянутых элементах (см. рис. 2.9, б) без учета трещиностойкости бетона учитывают только работу арматуры, а бетон из-за быстрого разрушения при растяжении не учитывают:

$$N_p \leq R_a F_a.$$

Прочность изгибаемых элементов рассчитывают по III стадии напряженно-деформируемого состояния (перед разрушением). При этом в сжатой зоне (чаще верхней) учитывают совместную работу бетона и арматуры, а в растянутой (нижней) – только рабочей арматуры. Для таких сечений с двойной арматурой (см. рис. 2.9, в) расчетные формулы получают проектированием всех сил на ось элемента и составлением уравнения моментов относительно центра тяжести растянутой арматуры:

$$R_{пр} b x = R_a F_a - R_{a.c} F'_a ;$$

$$M_{и} \leq R_{пр} b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{a.c} F'_a (h_0 - a').$$

На рис. 2.9 имеют место следующие обозначения:

- | | |
|--------------------|--|
| $N_{сж}, N_p$ | – сжимающая и растягивающая нагрузки на элемент, Н; |
| $M_{и}$ | – изгибающий момент в сечении, Н·м; |
| $R_{пр}$ | – расчетное сопротивление бетона на сжатие призматическое, МПа; |
| $R_{a.c}, R_a$ | – расчетное сопротивление арматуры при сжатии и растяжении, МПа; |
| $F_{б}, F_a, F'_a$ | – площади расчетных сечений бетона, растянутой и сжатой арматуры, м ² ; |
| b, x, h_0, a' | – геометрические параметры рассматриваемого сечения, м; |
| φ | – коэффициент устойчивости сжатых стержней, зависящий от вида заделки концов рассчитываемых элементов. |

2.3.2. Расчет стальных конструкций

Расчет стальных конструкций (колонн, элементов ферм, стоек и подкосов рабочих площадок, подвесок оборудования и т. п.) имеет свои особенности.

Расчет на прочность центрально-растянутых или сжатых силой N (Н) элементов выполняется по условию

$$\frac{N}{F} \leq R \gamma,$$

где F – площадь сечения, м^2 ; R – нормативное сопротивление материала элемента растяжению, сжатию и изгибу по пределу текучести, МПа; γ – коэффициент условий работы.

Для центрально-сжатых элементов обязателен расчет на устойчивость:

$$\frac{N}{\varphi F} \leq R \gamma,$$

где F – площадь сечения, м^2 ; φ – табличный коэффициент, зависящий от гибкости элемента.

Необходима также проверка элемента по касательным напряжениям в соответствии с условием

$$\tau = \frac{Q S'}{I t} \leq R_{\tau} \gamma,$$

где Q – наибольшая поперечная сила, Н; S' – статический момент относительно главной центральной оси сечения, части сечения, расположенной выше или ниже этой оси, м^3 ; I – момент инерции сечения относительно той же оси, м^4 ; t – толщина стенки балки на уровне выше оси, м; R_{τ} – нормативное сопротивление материала элемента на сдвиг, МПа.

В местах приложения нагрузки к верхнему поясу балки, а также в опорных сечениях проверяют прочность по местным напряжениям в стенке в соответствии с выражением

$$\sigma_{la} = \frac{N}{t l_{cf}} \leq R \gamma,$$

где N – расчетное значение нагрузки, Н; L_{cf} – условная длина распределения нагрузки, м.

Для стенок балки в точке перехода от стенки к полке должно выполняться условие

$$\sqrt{\sigma^2 - \sigma \sigma_{l_\alpha} + \sigma_{l_\alpha}^2 + 3\tau^2} \leq 1,15 R_\gamma,$$

где $\sigma = M\gamma/I$, МПа, здесь y – координата точки, м; I – момент инерции сечения, м; $\tau = Q/F$, МПа, здесь F – площадь сечения полки, м.

Расчет на прочность элементов, изгибаемых в двух главных плоскостях, выполняют по условию

$$\frac{M_x}{I_x} y \pm \frac{M_y}{I_y} x \leq R_\gamma,$$

где x, y – координаты рассматриваемой точки сечения относительно главных осей, м.

Расчет на прочность внецентренно сжатых и сжато-изгибаемых элементов производят по формуле

$$\frac{M}{F} \pm \frac{M_x}{I_x} y \pm \frac{M_y}{I_y} x \leq R_\gamma.$$

Расчет на устойчивость этих же элементов следует производить по условию

$$\frac{N}{\phi F} \leq R_\gamma,$$

где ϕ – коэффициент, зависящий от условной гибкости и приведенного относительного эксцентриситета.

2.4. Покрытия и кровли

Покрытия предназначены для восприятия нагрузок от оборудования, собственной массы, атмосферных осадков, ветра и передачи

ее вертикальным несущим элементам (колоннам, стенам). Несущими элементами покрытий являются фермы или балки, панели или плиты, прогоны и т. д.; ограждающими элементами – тепло-, гидро-, паро-изоляция и т. п.

В промышленных зданиях применяют бесчердачные покрытия (совмещенные) без проветривания теплоизоляции (в районах с температурой наружного воздуха до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) и с проветриванием теплоизоляции (с температурой наружного воздуха ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и в покрытиях холодильников).

По пожароустойчивости покрытия подразделяют на несгораемые, трудносгораемые и сгораемые.

Покрытия могут быть с плоской (уклон $I < 2/5\%$) или скатной кровлей (с одним скатом, с двумя скатами, многоскатными).

Примеры типовых решений плоских кровель показаны на рис. 2.10, примеры утепления новых и ремонтируемых плоских кровель – на рис. 2.11.

В качестве кровельных материалов в настоящее время применяются следующие: металлический профилированный лист (рис. 2.12); битумные (наплавляемые) материалы (техноэласт, унифлекс, биполь); рубероид, сталь в рулонах и листах с различными полимерными покрытиями (фальцевые кровли); шифер волнистый и плоский.

2.5. Стены и перегородки

Стены обеспечивают в помещениях необходимый температурный, влажностный, звуковой, газовый режимы, воспринимают нагрузки от горизонтальных элементов здания и передают их фундаментам или другим элементам, разгораживают здание на отдельные помещения.

По месту расположения стены бывают наружные и внутренние. По характеру восприятия и передачи нагрузки они подразделяются на несущие, самонесущие, ненесущие. Выполняются стены из мелкоштучных каменных материалов, крупных блоков (малое распространение в промышленном строительстве), панелей. По условиям пожаробезопасности стены подразделяются на несгораемые (из каменных материалов), трудносгораемые (оштукатуренные), сгораемые (деревянные незащищенные).

а

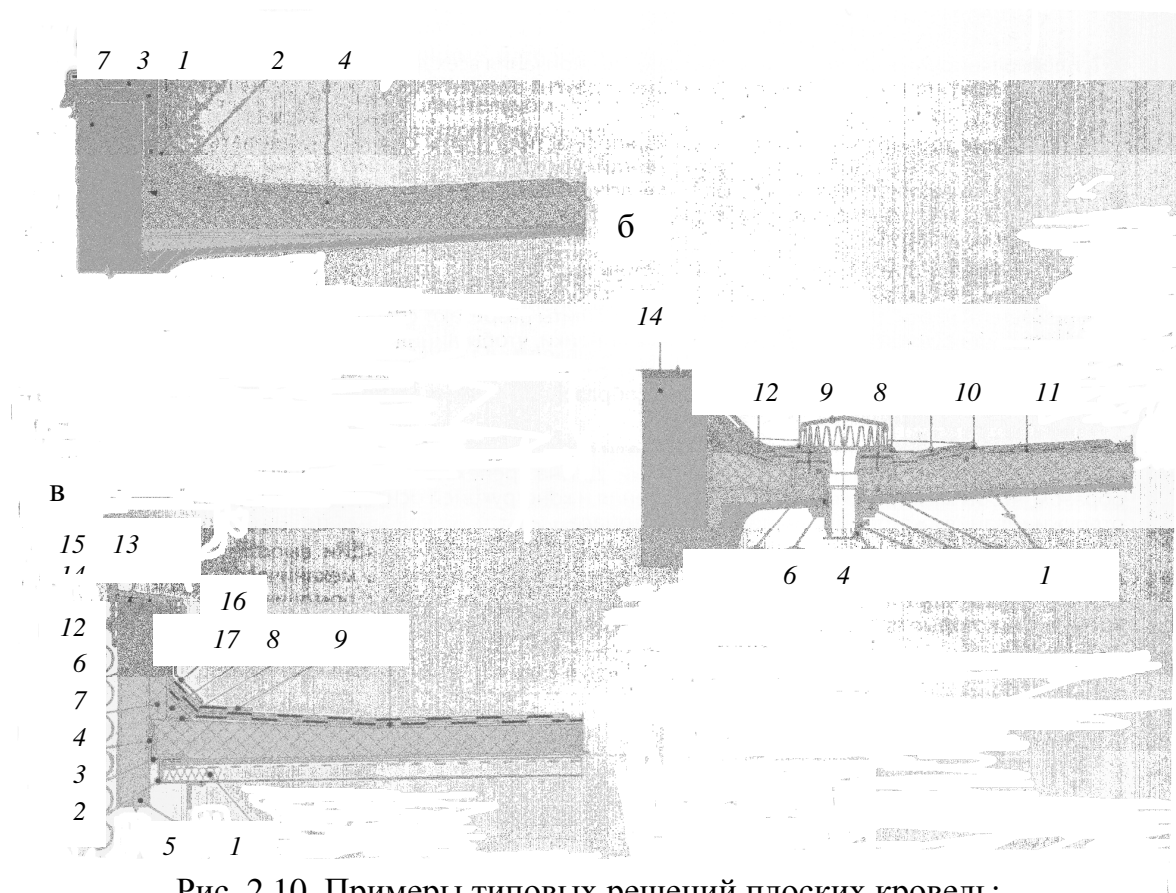


Рис. 2.10. Примеры типовых решений плоских кровель:

а – для продольной стены с парапетом; 1, 2 – брус размером 50×50 мм антисептированный и антипирерованный; 3 – доска толщиной 25 мм; 4 – листы асбестоцементные плоские толщиной 8–10 мм; 5 – вентилируемый коллектор; 6 – вентилируемый рядовой канал (плиты ISOVER с канавками); 7 – парапет продольной стены;

б – для продольной стены с парапетом и водосточной воронкой; 1 – патрубок с фланцем; 2 – стальной хомут; 3 – уплотнитель; 4 – плита изоляционная ISOVER; 5 – опора из легкого бетона; 6 – подливка цементно-песчаным раствором;

7 – местное понижение воронки; 8 – колпак водосточной воронки; 9 – прижимной фланец; 10 – мастика герметизирующая; 11 – дополнительные слои кровельного материала вокруг воронки; 12 – дополнительные слои ковra (усиление примыкания кровли к парапету); 13 – дополнительный слой кровельного материала (усиление ендовы); 14 – парапет продольной стены;

в – для стеновой панели; 1 – заглушка из негорючего утеплителя ISOVER; 2 – стальная гребенка; 3 – оцинкованная сталь толщиной 0,8 мм; 4 – мастика герметизирующая; 5 – трехслойная панель со стальными облицовками; 6 – механическое крепление; 7 – плита теплоизоляционная; 8 – бортик из теплоизоляционных плит; 9 – приклеивающий состав; 10 – дополнительные слои ковra (усиление примыкания к парапету); 11 – слой кровельного материала (усиление ендовы); 12 – комплект деталей для крепления ограждений парапета; 13 – гвозди;

14 – деревянный брус антисептированный и антипирерованный; 15, 16, 17 – защитные фартуки из оцинкованной стали толщиной 0,8 мм

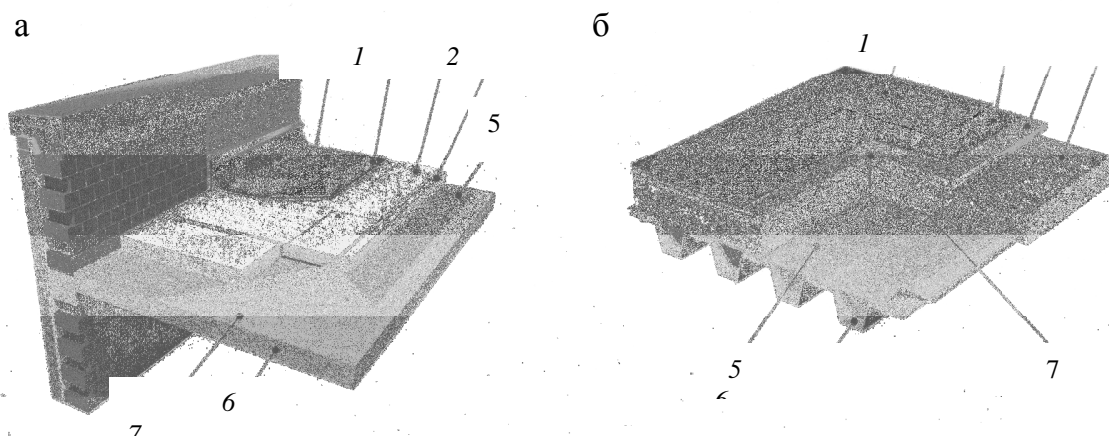


Рис. 2.11. Примеры утепления плоских кровель:

а – новых; 1 – защитный слой; 2 – гидроизоляционный ковер; 3 – верхний слой ISOVER; 4 – нижний слой ISOVER; 5 – пароизоляция; 6 – выравнивающий слой из легкого бетона; 7 – несущее железобетонное перекрытие;
б – ремонтируемых; 1 – защитный слой; 2 – гидроизоляционный ковер; 3 – верхний слой утеплителя; 4 – нижний слой утеплителя; 5 – пароизоляция; 6 – профилированный настил; 7 – крепеж

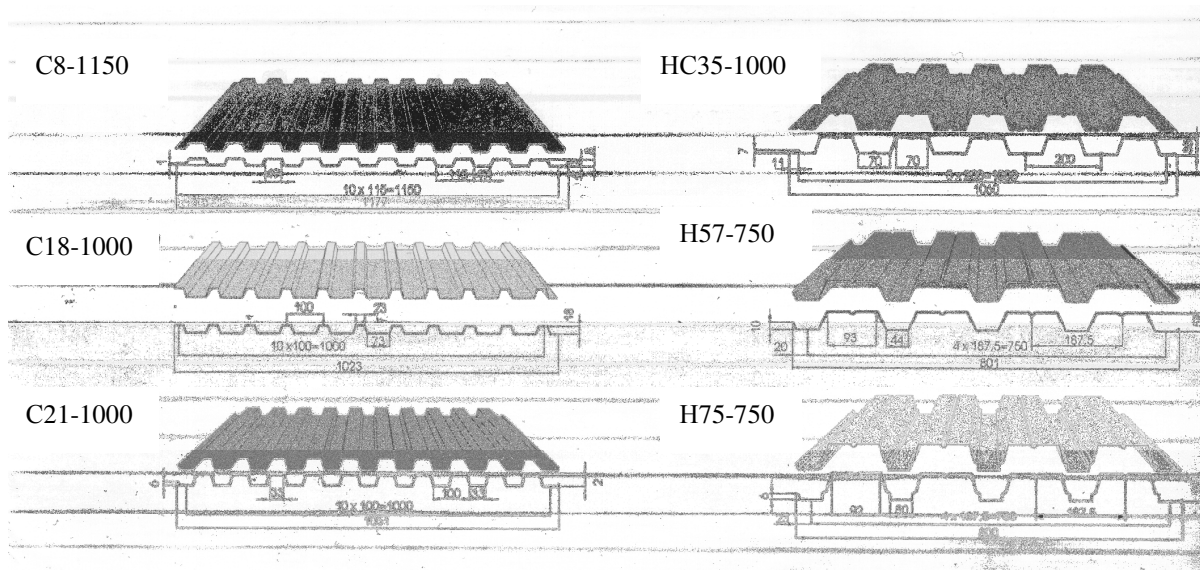


Рис. 2.12. Металлический профилированный лист для строительства

Для кладки кирпичных стен применяют обжиговый глиняный или силикатный кирпич стандартных размеров. Толщина кирпичных стен всегда кратна половине кирпича. При возведении стен применяют цепную систему перевязки (рис. 2.13), когда нужно воспри-

нимать большие нагрузки, и многорядную, когда требуется увеличить производительность труда.

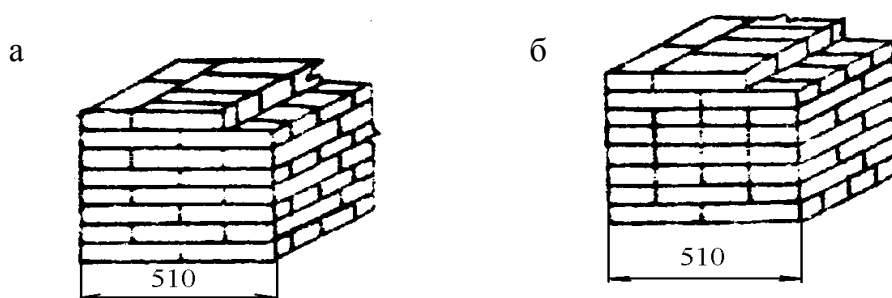


Рис. 2.13. Элементы кирпичных стен зданий:

- а – цепная (рядовая) система перевязки мелкоштучных камней;
б – то же, многорядовая система

Для поддержания кирпичной кладки над оконными и дверными проемами укладывают перемычки (железобетонные, стальные, армокирпичные).

К наружным стенам относятся навесные фасады, каркасные стены, сэндвич-панели.

Навесные фасады (рис. 2.14). Расположение слоя утеплителя с наружной стороны обеспечивает наиболее эффективный тепло-влажностный режим эксплуатации материалов стен всех типов, устраняет «мостики холода» по межпанельным стыкам и по перекрытиям в монолитно-каркасных зданиях, не ведет к сокращения полезной площади зданий.

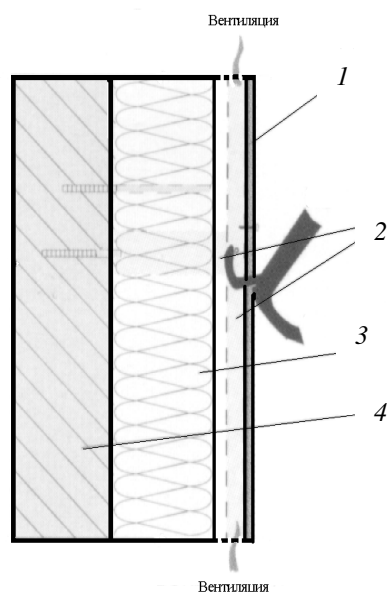


Рис. 2.14. Навесные фасады:

1 – облицовочный слой; 2 – несущий каркас; 3 – теплоизоляция;
4 – наружная стена

От климатических воздействий (снега, дождя, прямых солнечных лучей) утеплитель защищают облицовка навесного фасада и воздушный зазор – 20 мм. При устройстве вентилируемого фасада для уменьшения уноса тепла из слоя теплоизоляции за счет конвекции под действием восходящего потока воздуха на поверхность плит устанавливают паропроницаемую мембрану (ветрозащиту).

Каркасные стены (рис. 2.15). Стена представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из несущего каркаса, тепло- и звукоизоляции, внутреннего (обращенного в помещение) и наружного облицовочных слоев.

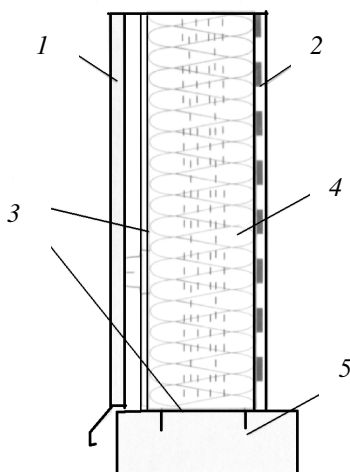


Рис. 2.15. Каркасные стены:

1 – наружный облицовочный слой; 2 – внутренний облицовочный слой;
3 – несущий каркас; 4 – теплоизоляция; 5 – цоколь

Несущий каркас является основанием стены, выполняется из металлических гнутых профилей. Плиты из стекловолокна устанавливают между профилями в распор с обжатием по торцам. Внутренний облицовочный слой выполнен из гипсокартонных, гипсоволокнистых, древесно-волоконистых, древесно-стружечных плит, фанеры и др. Для защиты теплоизоляции от переувлажнения парами, мигрирующими из помещения, перед установкой внутреннего облицовочного слоя по всей поверхности стены устроена пароизоляция. Наружный облицовочный слой служит для защиты от климатических воздействий: ветра, дождя, снега, солнечной радиации. Выполняют

его из фиброцементных листов, металлических профилированных листов, металлических фасадных панелей или сайдинга и др.

Сэндвич-панели (рис. 2.16). Стена представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из кассетного профиля, устанавливаемой в него тепло- и звукоизоляции и облицовочного слоя.

Кассетный профиль является основанием панели. Он крепится к несущим элементам здания. Теплоизоляция устанавливается непосредственно в кассетный профиль в распор с обжатием по торцам. Облицовочный слой выполняется из металлических профилированных листов, металлических фасадных панелей или сайдинга.

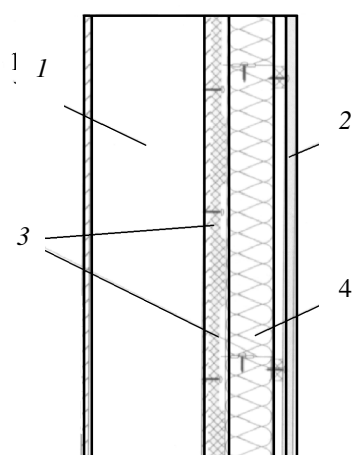


Рис. 2.16. Сэндвич-панель:

1 – колонна каркаса здания; 2 – облицовочный слой; 3 – кассетный профиль;
4 – теплоизоляция URSA GLASSWOOL

Теплотехнические и другие расчеты (например, воздухо- и паропроницаемости) ограждающих конструкций, за исключением заполнения световых проемов, выполняют по формуле

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \alpha_{\text{в}}},$$

где n – коэффициент, зависящий от положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху (равен 0,4–1,0); $t_{\text{в}}$, $t_{\text{н}}$ – расчетная температура внутреннего и наружного воздуха, К; $\Delta t^{\text{н}}$ – нормативный температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности конструк-

ции, K ; $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Фактическое сопротивление теплопередаче многослойных ограждающих конструкций (стен, покрытий и т. п.) рассчитывают по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + \dots + R_i + R_{\text{в.п}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}},$$

где $R_1, R_2, \dots, R_{\text{в.п}}$ – термические сопротивления отдельных слоев конструкции и замкнутых воздушных прослоек, определяемые по выражению

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i},$$

здесь δ_i – толщина слоя, м; λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя; $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции.

Перегородки устанавливают внутри здания для разделения помещений по условиям вредности, пожарной опасности, температурно-влажностного, звукового режима и т. п. В промышленных зданиях их выполняют из различных материалов: кирпича, гипсобетона, шлакобетона, металла, дерева, стеклоблоков, стеклопрофилита.

В каркасных перегородках, разделяющих помещения с различным тепловлажностным режимом (отапливаемые помещения, неотапливаемые помещения, помещения холодильников), для защиты материалов перегородки от воздействия влаги со стороны теплого помещения устраивается пароизоляция (рис. 2.17).

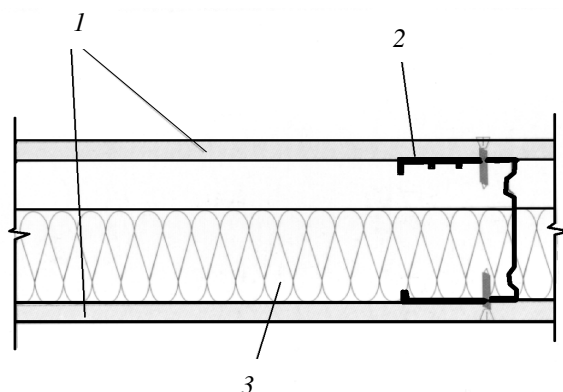


Рис. 2.17. Каркасные перегородки:

1 – облицовка; 2 – несущий каркас; 3 – теплоизоляция URSA GLASSWOOL

2.6. Полы производственных зданий

Полы являются одним из важных элементов зданий. Технические и эксплуатационные качества материалов пола создают необходимые условия для нормального хода технологического процесса производства, удобного передвижения работающих при обслуживании оборудования, бесперебойного движения напольного транспорта и оказывают влияние на санитарно-гигиенический режим в помещениях.

К полам предъявляются различные требования в зависимости от характера производства и назначения помещений: прочность, хорошее сопротивление истиранию, жесткость, бесшумность, гигиеничность, малая теплопроводность, экономичность, возможность быстрого и легкого ремонта, стойкость к систематическому воздействию кислот и щелочей (например, производства пищевой промышленности) и т. д. Всем этим требованиям отвечают магнезитобетонные полы.

В охлаждаемых помещениях в полах по пучинистым грунтам предусматривают слой с электронагревателями либо с каналами для циркуляции подогретого воздуха, либо с металлическими трубами для циркуляции паров рабочего тела, подогретого масла или другой среды в целях поддержания положительной температуры в грунте и исключения его деформаций.

2.7. Лестницы и лифты

Лестницы в зданиях служат для сообщения между этажами, эвакуации людей во время особых случаев, обслуживания высоких технологических агрегатов и оборудования. По назначению лестницы делят на основные и запасные. Лестницы состоят из двух основных железобетонных сборных маршей – наклонных частей лестницы со ступенями и лестничных площадок. По количеству маршей в одном этаже лестницы бывают одно-, двух-, многомаршевые.

Лифты подразделяются на пассажирские, грузовые без проводника, малые грузовые и специальные. Строительная часть лифта состоит из шахты, в которой устраивают проемы для дверей лифта, и по-

мещения машинного отделения, располагаемого, как правило, над шахтой. Электрические грузовые лифты со встроенным в кабине моно-рельсом грузоподъемностью от 1000 до 3000 кг устанавливают в производственных зданиях мясной промышленности для подъема грузов в подвешенном состоянии на высоту до 45 м и спуска их вниз. Шахты грузовых лифтов, как правило, располагаются рядом с основными лестничными клетками.

2.8. Окна, фонари, двери, ворота и рабочие площадки

Окна, освещая рабочие места, обеспечивают лучшую производительность труда, уменьшают утомляемость и снижают количество несчастных случаев. Естественное освещение помещений бывает трех видов: через окна в наружных стенах, верхнее – через световые фонари и проемы в покрытии, комбинированное – через окна с верхним светом. Размеры световых оконных проемов в стенах и остекленных поверхностей фонарей определяют по формулам, графикам и таблицам, приведенным в строительных и санитарных нормах.

Фонари устраивают в одноэтажных многопролетных промышленных зданиях для освещения и аэрации помещений через покрытие. По форме поперечного сечения фонари могут быть треугольные, прямоугольные, трапецеидальные, с вертикальным и наклонным остеклением.

Двери по размеру и количеству обеспечивают сообщение между помещениями, пронос необходимых предметов, срочную эвакуацию людей в экстренных случаях. По конструкции они бывают щитовые сплошные или каркасные, филенчатые глухие или с остеклением.

Ворота промышленных зданий по конструкции бывают преимущественно каркасные двупольные распашные, открывающиеся внутрь или наружу здания, а иногда откатные, подъемные или шторные.

Рабочие площадки выполняют для размещения технологического оборудования на определенной высоте в пределах общей высоты этажа или одноэтажного здания. Во многих случаях в высоких одноэтажных зданиях технологическое оборудование размещают в несколько ярусов на рабочих площадках, передающих нагрузку на самостоятельные стойки, не связанные с каркасом здания. Такие здания

применяют в химической, пищевой, молочной промышленности. Элементы площадки часто выполняют из металла.

Пандусы – это наклонные площадки, обеспечивающие въезд внутрискладского транспорта со двора на платформу или для загрузки продукции в подвальные или полуподвальные помещения (рис. 2.18).

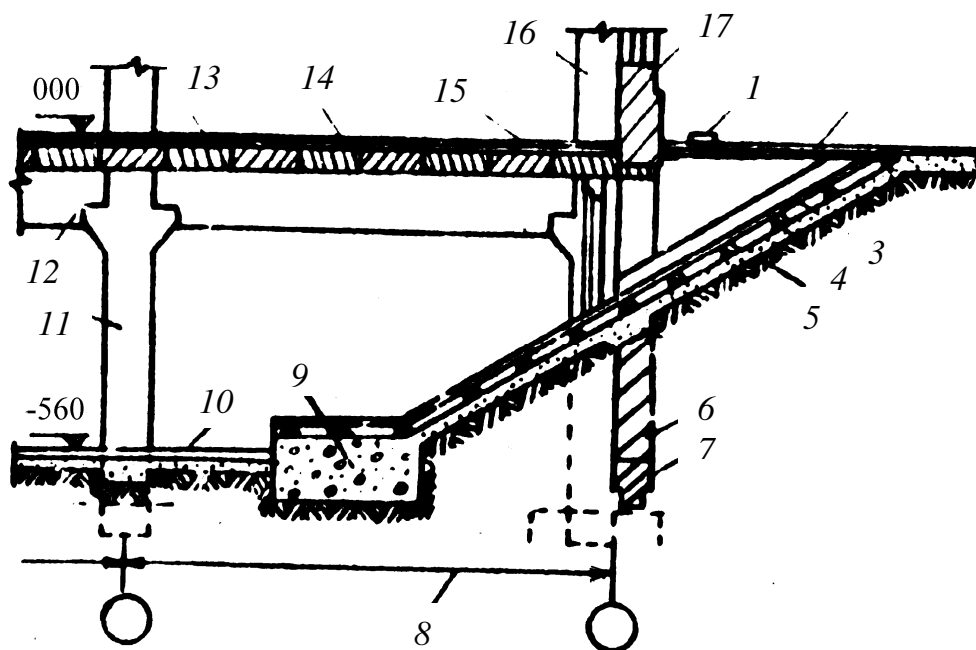


Рис. 2.18. Загрузочный люк с пандусом:

1 – ручка люка; 2 – крышка люка; 3 – обшивка наклонной плоскости (пандуса), оцинкованной сталью; 4 – деревянные бруски, втопленные в бетонную подготовку; 5 – грунт, уплотненный щебнем; 6 – стенка подвала; 7 – фундаментная балка; 8 – пролет здания; 9 – приемная площадка; 10 – пол подвала; 11 – колонна внутреннего ряда; 12 – балка-ригель; 13 – панель перекрытия над подвалом; 14 – пол первого этажа; 15 – дверь; 16 – колонна пристенная наружного ряда;
17 – наружная стена

Платформы – это площадки, чаще около наружных стен зданий, расположенные на уровне грузоподъемной плоскости транспортного механизма. Сооружают их для удобства и удешевления погрузочно-разгрузочных работ при значительном грузообороте мелкоштучных грузов на холодильниках, складах, базах, в хранилищах и т. п. Платформы бывают железнодорожные, автомобильные, открытые, полузакрытые с навесом, закрытые. Высоту прирельсовых

платформ принимают от уровня головки рельса до пола платформы 1350 мм; для автомобильной платформы до покрытия двора назначают размер в 1200 мм (рис. 2.19).

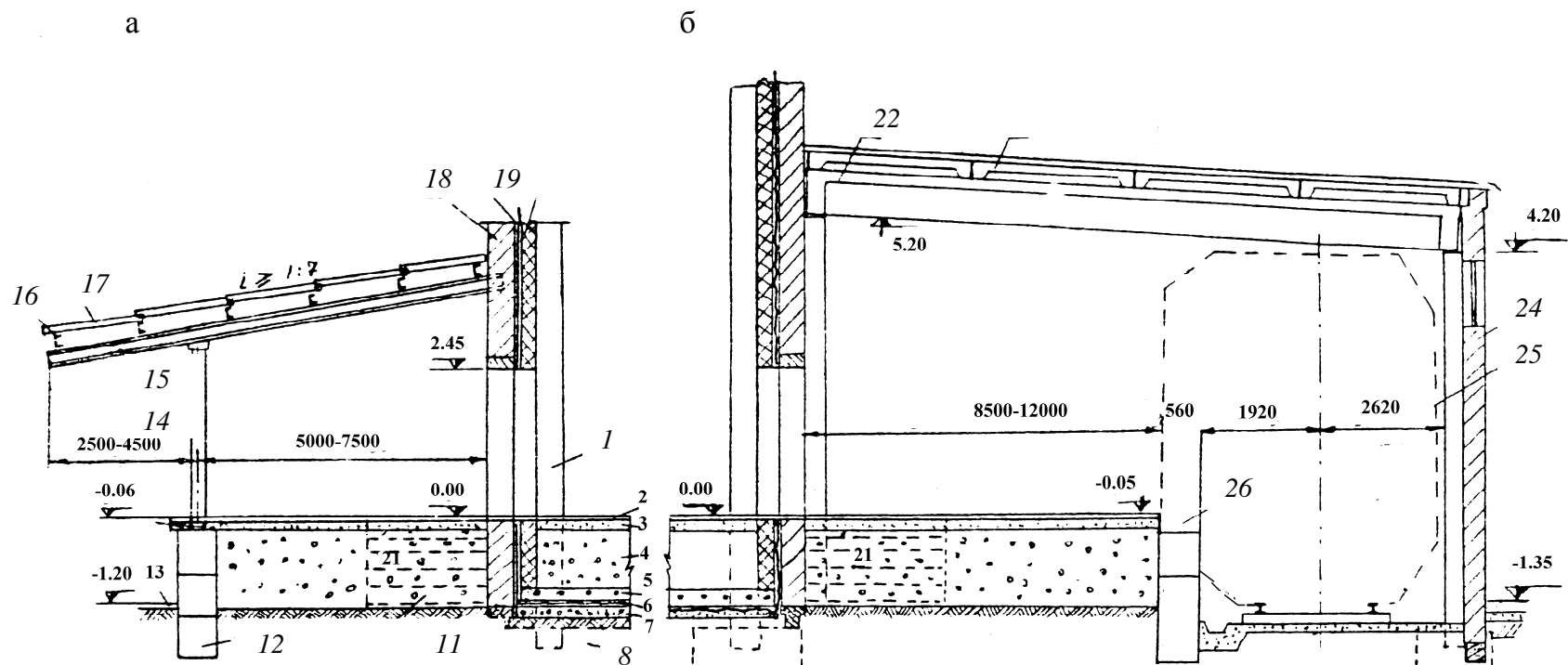


Рис. 2.19. Конструкции погрузочно-разгрузочных платформ:

а – автомобильной с навесом; б – железнодорожной (дебаркадера) закрытой;

1 – колонна здания; 2 – пол; 3 – подготовка; 4 – засыпная теплоизоляция; 5 – слой бетона с электронагревателями; 6 – гидроизоляция; 7 – бетонная подготовка; 8 – столбчатый фундамент колонны; 9 – фундаментная балка; 10 – уплотненный щебнем грунт; 11 – засыпка сухим грунтом; 12 – ленточный фундамент; 13 – отмостка; 14 – стойка; 15 – балка из прокатного металла; 16 – прогон; 17 – асбестоцементные листы; 18 – конструктивная часть стены;

19 – пароизоляция; 20 – теплоизоляция; 21 – пандус (наклонный въезд) или лестница; 22 – железобетонная балка

Ширина платформы зависит от емкости склада, интенсивности грузооборота, вида внутрискладского транспорта и перегружаемой продукции. Автомобильные платформы бывают шириной 4–5 м, железнодорожные – до 12 м. Для автомобильного транспорта длину платформы определяют, исходя из количества одновременно стоящих под грузовыми операциями транспортных единиц. Железнодорожную (чаще закрытую) платформу у холодильника назначают длиной 120 м, исходя из размещения пятивагонной секции.

3. СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

3.1. Физико-технические свойства строительных материалов

К основным физико-техническим свойствам строительных материалов относятся:

- плотность – масса в единице объема;
- объемный вес – вес материала в воздушно-сухом состоянии в единице объема;
- удельный вес – вес материала в сухом и плотном состояниях в единице объема;
- влажность – свойство материала впитывать и удерживать в себе воду;
- отношение массы воды к массе твердых частиц;
- морозостойкость – способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное замораживание и оттаивание без признаков разрушения;
- теплопроводность – способность проводить через толщину теплоту при наличии разности температур на поверхности материала;
- водо-, газо-, воздухо-, паропроницаемость – способность материала пропускать через себя соответствующую среду. Коэффициент проницаемости равен количеству среды, проходящей через стенку толщиной 1 м и площадью 1 м² за единицу времени при разности давлений в мегапаскалях (МПа);
- огнеупорность и огнестойкость – способность материала выдерживать длительное время температуру 1853 К и более без размягчения и деформации. Материалы, размягчающиеся при температуре 1623–1853 К, называются тугоплавкими; при температуре ниже 1623 К – легкоплавкими. По степени огнестойкости под действием огня или высокой температуры материалы подразделяются на несгораемые, трудносгораемые и сгораемые;
- химическая стойкость – способность материала не разрушаться под воздействием кислот, щелочей, их растворов, газов и других коррозионных сред;
- прочность – способность материала воспринимать внешние нагрузки, не разрушаясь;

- упругость – способность материала приобретать прежнюю форму после снятия нагрузки;
- хрупкость – способность материала легко разрушаться при ударах без значительных деформаций;
- пластичность – способность материала в значительных пределах изменять под нагрузкой свою форму и сохранять новую форму после снятия нагрузки.

3.2. Естественные строительные материалы

Из естественных (природных) материалов в строительстве используются в основном каменные материалы, древесина, асфальт, асбест. По условиям образования горные породы бывают трех видов: первичные (изверженные), которые, в свою очередь, подразделяются на изверженные глубинные (гранит, полевошпат, габбро) и изверженные излившиеся (базальт, диабаз, туфы вулканические, пемзы); вторичные или осадочные (известняки, плотные песчаники, доломит, ракушечники); видоизмененные или метаморфические (мрамор, брекчий, конгломераты, кварцит).

В зависимости от способа изготовления материалы и изделия из природного камня подразделяются на следующие:

- из горного массива (выпиленные камнерезными или камнекольными машинами) и из блоков-полуфабрикатов (с последующей обработкой на специализированных заводах);
- грубоколотые – направленное раскалывание блоков без последующей обработки и колотые – раскалывание с последующей обработкой твердосплавным инструментом;
- рваные или дробленые – измельчение взрывами или дробление горных пород с последующим разделением по крупности;
- молотые – помол в порошок мелкой породы;
- плавленые – расплавление горных пород и последующая отливка в формы (каменное литье);
- сортированные – разработка месторождений несцементированных обломков пород с последующей сортировкой по крупности и при необходимости их обработка.

Древесина в современном строительстве используется главным образом в виде столярных изделий. Она широко применяется как сырье для выработки многих видов искусственных материалов (фа-

неры, древесно-стружечных плит, слоистого пластика и т. п.). Наиболее широкое распространение получили хвойные (сосна, кедр, ель) и лиственные (дуб, бук, береза, ясень, клен) породы в виде круглых стволов, пиломатериалов (доски, брусья и т. п.).

3.3. Искусственные строительные материалы

Искусственные строительные материалы подразделяются на безобжиговые и обжиговые, полимерные и др.

3.3.1. Искусственные безобжиговые каменные материалы

К искусственным безобжиговым каменным материалам относятся вяжущие вещества, растворы, бетоны, а также силикатные и асбестоцементные изделия.

Вяжущие вещества. Неорганические (минеральные) вяжущие или цементирующие вещества – это материалы, которые при затворении водой под влиянием физико-химических процессов переходят из жидкого или тестообразного состояния в камневидное.

В строительной практике наиболее распространены два вида вяжущих веществ: воздушные, затвердевающие на воздухе (известь, строительный гипс, каустический магнезит) и гидравлические, затвердевающие на воздухе, во влажных условиях и в воде (портланд-цемент, цементы с активными кремнеземистыми добавками, шлаковые цементы, глиноземистые цементы, гидравлическая известь, жидкое стекло).

Материалом для получения строительной воздушной извести служат карбонатные породы: известняки, мел, доломиты. Основной составной частью известняков является углекислая известь CaCO_3 . Под влиянием обжига в шахтных печах при температуре около 1273 К углекислая известь разлагается на негашеную известь, или кипелку, и углекислый газ по уравнению



Гашение извести (кипелки) водой производится в гасильных ямах или в специальных машинах – гидрататорах непрерывного действия.

Воздушную известь не применяют для производства работ в помещениях с повышенной влажностью. Эффективно использовать негашеную тонкомолотую известь. Процесс твердения сопровождается экзотермией, что позволяет широко применять ее в работах при отрицательной температуре.

Строительный гипс получают из гипсового камня – осадочной горной породы. В зависимости от технологической схемы производства гипсовый камень обжигают в кусках, в дробленном или молотом виде при температуре 423–453 К, получая строительный гипс. Строительный гипс широко используют для штукатурных работ.

Портландцемент вырабатывают из естественных известковых мергелей определенного состава. Для получения цемента сырье измельчают, затворяют водой (шлам); затем оно поступает в бассейны для перемешивания, корректирования состава и создания запаса, обеспечивающего бесперебойную работу печей. В обжиговых печах шлам подвергают обжигу до спекания при температуре 1723–1773 К. Полученный цементный клинкер после охлаждения размалывают, добавляя различные минеральные вещества, в тонкий порошок – цемент разных видов, который после вылеживания в силосах отправляют потребителям.

При затворении цемента водой получается цементное тесто, обладающее свойством твердеть как на воздухе, так и в воде. В зависимости от механической прочности различают следующие марки цемента: 300, 400, 500 и 600. На базе клинкера портландцемента в зависимости от добавок получают специальные виды цементов с особыми свойствами: пуццолановый портландцемент (обладает большой устойчивостью к действию агрессивных вод); шлакопортландцемент (для изготовления бетонных и железобетонных конструкций, на которые действуют пресные воды); кислотоупорный цемент (для изготовления кислотоупорных растворов и бетонов); сульфатостойкий портландцемент (применяется в конструкциях, подвергающихся воздействию сульфатных вод в условиях попеременного увлажнения или оттаивания и замораживания) и др.

Жидкое стекло получают растворением в автоклаве силиката, а силикат, в свою очередь, – сплавлением тонкомолотого кварцевого песка с кальцинированной содой и сульфатом натрия. Жидкое стекло

применяют для изготовления водонепроницаемых кислото- и жаростойких растворов, бетонов и других целей.

Растворы – затворенные водой пластичные смеси минеральных вяжущих и заполнителей, способные, затвердевая, превращаться в камневидный материал.

Растворы бывают кладочные и штукатурные. Растворы, изготавливаемые на одном вяжущем, называют простыми, на двух и более – сложными; на вяжущем воздушного твердения – воздушными, на гидравлическом – гидравлическими. По прочности (маркам) растворы бывают малопрочные (М-2; 4 – известковые, глиняные); средней прочности (М-10; 25 – на смешанных вяжущих: известь + цемент); высокопрочные (М-50; 75; 100; 150; 200 – на цементах, строительном гипсе). Известковые растворы состава от 1 : 2 до 1 : 4 (известь, песок) применяют для штукатурки и каменной кладки стен зданий с сухим режимом эксплуатации. Гипсовые растворы применяют для штукатурки и декоративной отделки поверхности внутри сухих помещений. Цементные растворы состава от 1 : 3 до 1 : 5 (цемент, песок) используют для кладки стен, фундаментов зданий с увлажненным режимом эксплуатации. Сложные цементно-известковые растворы состава 1 : 1 : 9 или 1 : 3 : 12 (Ц : И : П) применяют для кладки, а известково-гипсовые растворы состава 1 : 0,5 : 2 или 1 : 1,5 : 3 (И : Г : П) – для штукатурки поверхностей.

Бетоны – искусственные камни, получаемые в результате твердения правильно подобранных смесей, состоящих из вяжущего, мелких (песка) и крупных (щебня или гравия) заполнителей и воды.

Прочность бетона (марка) зависит от марки цемента, состава бетонной смеси (подбор зернового состава обеспечивает максимальное заполнение пустот между частицами), прочности заполнителей (прочности скелета), водоцементного отношения (чем оно меньше, тем выше прочность бетона).

Бетоны подразделяются на следующие виды:

- особо тяжелые (марок 100, 200 и более) с заполнителями из чугуновых, стальных обрезков, стружки; применяют для сооружений, защищающих людей от различных радиоактивных излучений;

- тяжелые (марок от 100 до 600). Заполнителями в них являются тяжелые горные породы в виде песка с зернами крупностью от 0,14 до 5 мм, мелких каменных заполнителей до 10 мм и круп-

ных – размером от 10 до 150 мм. Тяжелый бетон обладает большой прочностью и используется при изготовлении разнообразных бетонных и железобетонных несущих деталей и конструкций;

– легкие (марок от 35 до 400). В зависимости от вида пористых естественных или искусственных заполнителей эти бетоны называются керамзито-, шлако-, пемзобетоном и т. д.;

– ячеистые, в том числе особо легкие; их получают путем смешивания цементного раствора с пеной (пенобетон) или введения в раствор газообразователя (газобетон).

Силикатные и асбестоцементные изделия – это безобжиговые материалы и изделия, которые получают на основе минеральных вяжущих веществ (для силикатных – известь, для асбестоцементных – цемент) и заполнителей (для силикатных – кварцевый песок, для асбестоцементных – коротковолнистый асбест). Из смеси формируют изделия (силикатные: кирпич, блоки, плитки и т. п.; асбестоцементные: плиты кровельные плоские и волнистые, водопроводные трубы, вентиляционные короба и т. п.), затем подвергают их тепловлажностной обработке в автоклавах.

3.3.2. Искусственные обжиговые каменные материалы

Искусственные обжиговые (керамические) каменные материалы и детали изготавливают из глин (50–60 %) в смеси с песком (30–40 %) и добавками (5–10 %), к которым относятся выгорающие (угольная пыль, опилки), красители (окислы металлов) и т. п. Из смеси материалов формируют (при увлажнении водой) или прессуют (при естественной влажности исходных составляющих) изделия, сушат и обжигают при температуре 1173–1473 К. Керамические материалы делят на пористые (с выгорающими добавками) и плотные, например плиты для полов. По назначению керамические материалы и изделия бывают стеновые (кирпич и блоки); специального назначения (кирпич для дорожного покрытия, лекальный для дымовых труб, для сооружения подземных канализационных коллекторов); камни, как элементы перекрытий; плитки для облицовки фасадов зданий и внутренних поверхностей; кровельные материалы (черепица); трубы керамические.

При необходимости выпускают керамические материалы и изделия с определенными физико-химическими свойствами. Так, например, выпускают кирпич глиняный обыкновенный марок 75, 100, 125, 150, 200 с морозостойкостью Мрз 15 и 25 и номинальными размерами: длиной 250 мм, шириной 120 мм и толщиной 65 (88) мм.

3.3.3. Строительные материалы и изделия на основе полимеров

Основой для получения пластмасс служат природные и синтезированные органические вяжущие вещества, которые представляют собой высокомолекулярные соединения – полимеры. Природные полимеры – канифоль, асфальты, битумы; синтетические полимеры, получаемые из нефти, природных газов, каменного угля, начали осваивать в основном с 40-х гг. XX в.

В состав пластмасс входят: полимеры с отвердителями (вяжущие вещества – 7–12 %); наполнители (70–80 %); пластификаторы (для придания пластмассовым изделиям повышенных пластических свойств, эластичности и гибкости); стабилизаторы (для повышения долговечности и сохранности определенных свойств); красители и другие компоненты. В качестве наполнителей используют древесную муку, опилки, стружку, молотые каменные породы, бумагу, текстиль и другие материалы.

Различают два вида полимеров, связующих для пластмасс, – термопластичные и термореактивные смолы. Пластмассы на основе термопластичных полимеров, получившие название термопластов, можно многократно перерабатывать в изделия. К ним относятся материалы и изделия на основе полиэтиленовых, полистирольных, полиамидных, поливинилхлоридных смол. Термореактивные полимеры, будучи нагреты и отформованы, после отверждения уже не способны размягчаться, поэтому изделия на их основе нельзя перерабатывать вторично. Такие пластмассы называют реактопластами. К ним относятся пластмассы на основе фенолформальдегидных, карбамидных, эпоксидных и других полимеров.

В строительном производстве используют: материалы и изделия для покрытия полов в виде линолиумов, плиток и составов для устройства по месту сплошных (бесшовных) полов; материалы и изделия для внутренней отделки стен, потолков (поливинилхлоридные

пленки, обои, древесно-стружечные плиты, древесно-волокнистые плиты и т. п.); мастики, клеи и герметизирующие материалы.

Для строительных конструкций применяют: стеклопластики, органическое стекло, винипласт, пенопласты и т. п.

3.3.4. Битумные и дегтевые вяжущие и изделия на их основе

Битуминозные вещества, представляющие собой сложные смеси различных углеводов и их производных, при нагревании размягчаются, а при нормальной температуре находятся в вязком или твердом состоянии. Их делят на битумные и дегтевые.

Битумные вещества подразделяются на природные и нефтяные битумы и асфальтовые породы. Дегтевые вещества получают из угля, торфа и древесины путем конденсации продуктов их разложения при высокой температуре без доступа воздуха. На битуминозных вяжущих изготавливают растворы и бетоны для дорожных покрытий, тротуаров, полов промышленных и общественных зданий. Эти вяжущие применяют и для изготовления кровельных и гидроизоляционных материалов, клеев и мастик.

Из гидроизоляционных и кровельных материалов наиболее часто применяют:

- рубероид, получаемый пропиткой тонкого картона легкоплавким нефтяным битумом;
- пергамин, получаемый пропиткой тонкого картона нефтяным битумом. Пергамин используют для нижних слоев кровли и гидроизоляции;
- гидроизол (кровельный и гидроизоляционный материал), изготавливаемый из асбестового картона, пропитанного нефтяным битумом;
- толь-картон, пропитываемый дегтевыми составами с посыпкой с обеих сторон песком. Толь используют в качестве кровельного материала;
- изол – безосновный рулонный материал из резинобитумного вяжущего, минерального наполнителя и антисептика; изол применяют для оклеечной гидроизоляции фундаментов и других конструкций;
- стекловолок и стеклоткань, изготавливаемые совмещением стеклоткани или стекловолокна с битумной, разнобитумной или битумполимерной пленкой.

3.3.5. Металлы и металлические изделия

Для металлических строительных конструкций используют стали в виде прокатных профилей, листов плоских, листов волнистых, труб, рельсов, заклепок, болтов, гаек и т. п. Стали условно делят на три группы: стали обыкновенной прочности – металлоуглеродистые, стали повышенной прочности – низколегированные и термоупрочненные, стали высокой прочности.

В современных условиях в строительстве широко применяют алюминиевые сплавы, сплавы алюминия с медью и магнием, сплавы алюминия с кремнием и магнием. Алюминиевые конструкции позволяют уменьшать массу здания, эксплуатационные расходы за счет повышенной коррозионной стойкости, обеспечивать надежность эксплуатации при необходимости защиты от тепловых излучений, использовать высокую отражательную способность и т. п.

3.3.6. Стекланные изделия. Ситаллы

Сырьем для получения стекла служат кварцевые пески, сульфат натрия, известняк и другие вещества. Изделия из стекломассы формуют вытягиванием, прокаткой, прессованием, выдуванием, склеиванием и т. п. Листовое стекло применяют для остекления; закаленное стекло (сталинит) получают специальной термической обработкой, оно имеет повышенную прочность и используется для остекления больших проемов и мест с большими механическими нагрузками на стекло; профильное стекло (стеклопрофилит) швеллерного, коробчатого, трубчатого и прочих видов сечения применяют для наружного остекления.

Ситаллы – стеклокристаллические материалы, получаемые из стекла в результате его кристаллизации. Изделия из этих материалов характеризуются большой прочностью, высокой химической и атмосферной стойкостью. Ситаллы и, особенно, шлакоситаллы применяются для изготовления покрытий полов, облицовок стен и перегородок, труб, подвергающихся химической агрессии. Из вспученных ячеистых шлакоситаллов изготавливают теплоизоляционные блоки для теплоизоляции высокотемпературных агрегатов, трубопроводов и др.

4. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

4.1. Классификация холодильных предприятий

Холодильные предприятия – это промышленные предприятия, которые предназначены для охлаждения, доохлаждения, замораживания, хранения (на разные сроки) скоропортящихся продуктов.

Холодильники имеют характерные особенности. В камерах поддерживают определенную влажность, циркуляцию охлажденного воздуха. В последние годы используется поддержание в камерах заданного газового состава, что сдерживает окислительные процессы в продуктах и удлиняет сроки их хранения.

Для обеспечения режима в камерах холодильников предусматривают такие конструктивные решения ограждающих элементов, которые позволяют максимально сократить проникновение через них внутрь объема охлаждаемых помещений теплоты и влаги из атмосферы. Выполнение таких требований зависит не только от знаний, но и умения, настойчивости проектировщиков, строителей и эксплуатационников.

Холодильники классифицируются по различным признакам. Каждый тип холодильника имеет свои особенности, которые должны учитываться при проектировании, строительстве и эксплуатации. Наиболее распространенная классификация – по целевому назначению.

Производственные холодильники предназначены для первичной термической обработки (охлаждения и замораживания) пищевых продуктов. Могут быть цехом (отделением) какого-либо пищевого предприятия или самостоятельным предприятием в месте заготовки продуктов. Холодильники этого типа характеризуются большой производительностью устройств для охлаждения и замораживания (соответственно емкостями и площадями) при относительно небольшом объеме помещений для хранения продуктов, непрерывно отправляемых в холодильники других типов или на реализацию. В этих холодильниках, как правило, холодильное оборудование имеет большую мощность для производства холода низких температур (для замораживания). В них из-за сезонности заготовки продукта наблюдается резкая неравномерность загрузки оборудования, помещений.

Базисные холодильники предназначены для долгосрочного хранения продуктов, поступающих из производственных холодильников, в целях создания резервов. Обычно они имеют большую емкость помещений для хранения продуктов и малую производительность устройств для охлаждения и замораживания. На таких холодильниках предъявляют повышенные требования к поддержанию постоянства температурного и влажностного режимов в охлаждаемых помещениях. В них часто ограничены транспортные операции по перемещению грузов.

Портовые холодильники служат для краткосрочного хранения грузов при перегрузке их с одного (водного) на другой (железнодорожный, автомобильный) вид транспорта. Строят их в речных или морских портах. В них обычно проводятся большие объемы переработки грузов с использованием портовых крано-перегрузателей, операций по осмотру и сортировке продуктов в специально отведенных помещениях. В этих случаях требуется хорошая организация погрузочно-разгрузочных работ

Торговые холодильники служат для кратковременного хранения продуктов на торговых базах, в магазинах, столовых, ресторанах и т. п. В этих холодильниках поддерживают не очень низкие температуры и не очень строго эти режимы выдерживают, так как хранение в них сравнительно краткосрочное. Конструктивно из-за небольших размеров они могут быть встроены в здание, выполнены из сборных щитов, в виде больших металлических холодильников по типу домашних и т. п.

Распределительные холодильники предназначены для равномерного обеспечения городов и промышленных центров сезонными продуктами питания в течение всего года. В средних и, особенно, крупных промышленных центрах распределительные холодильники часто имеют производственные цехи для выпуска мороженого, твердой углекислоты; такие предприятия называют хладокомбинатами. Распределительные холодильники могут быть одно-, двух- и многоэтажными. Однако предпочтение отдается строительству одноэтажных холодильников, благодаря:

- меньшей удельной стоимости строительства;
- возможности создания большей нагрузки на пол за счет применения контейнеров;

- возможности полной механизации погрузочно-разгрузочных работ;

- большой высоте камер;

- использованию большепролетных покрытий.

Транспортные холодильники предназначены для создания необходимых низкотемпературных условий перевозки продуктов на разнообразных средствах транспорта: железнодорожном (отдельные вагоны или рефрижераторные секции); водном (рефрижераторные камеры на судах или целые рефрижераторные суда большой емкости); автомобильном (автобусы-рефрижераторы); авиационном, а также в холодильных контейнерах разной емкости. Все эти виды холодильных устройств являются связывающими элементами между отдельными звеньями непрерывной холодильной цепи.

Домашние (бытовые) холодильники предназначены для кратковременного хранения продуктов в домашних условиях. Их можно считать последним звеном непрерывной холодильной цепи.

4.2. Принципы проектирования холодильных предприятий

Проектированием холодильных предприятий занимаются специализированные проектные или комплексные организации. Генеральная проектная организация назначает руководителя или главного инженера проекта, координирующего разработку в целом всех разделов проекта. Проектно-изыскательские работы осуществляют поэтапно. Обоснование необходимости, экономической целесообразности и технической возможности строительства (реконструкции) предприятия опирается на перспективные планы развития данной отрасли, а также производительных сил по экономическим районам. С учетом этих планов проектная организация составляет технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства (реконструкции) предприятия в виде проектных соображений или докладной записки. В ТЭО указываются экономическая характеристика района строительства, сведения о проектируемом предприятии, об источниках обеспечения сырьем, энергией и т. п. Утвержденное ТЭО является основанием для составления задания на проектирование, выбора площадки для строительства, производимых соответствующей комиссией.

Задание на проектирование составляют в соответствии с показателями, утвержденными в ТЭО ведомством, а по его поручению – предприятием с учетом проектных организаций. В задание входят: сведения о районе строительства; производственно-техническая характеристика предприятия, режимы его работы; источники обеспечения сырьем и энергией; намечаемый объем капитальных вложений, сроки и этапы проектирования и строительства; проектные и строительные организации и т. п.

Проектирование выполняют в две стадии – технический проект и рабочие чертежи; в одну стадию – технорабочий проект (технический проект, совмещенный с рабочими чертежами). В одну стадию проектируют объекты, строительство которых намечается по типовым и повторно применяемым индивидуальным проектам, а также для технически несложных зданий.

В технический проект входят: общая пояснительная записка, генеральный план и транспорт, технологическая и архитектурно-строительная части, проект организации строительства (ПОС), технико-экономическая часть, автоматизированная система управления и организации труда, сводная смета, паспорт проекта.

Рабочие чертежи разрабатывают после утверждения технического проекта на все части, которые передаются заказчику. Строительно-монтажные и пусконаладочные работы выполняют подрядные специализированные организации, составляющие проекты для производства работ (ППР). Проект организации строительства и проекты производства работ разрабатывают с учетом передового опыта и новейших достижений науки и техники.

Генеральный план промышленного предприятия представляет собой основной проектный документ, характеризующий размеры и конфигурацию территории, размещение и габариты проектируемых зданий и сооружений. В основу планировки территории должна быть положена схема технологического процесса во взаимной увязке со всеми объектами, обслуживающими эти процессы. При проектировании (строительстве) предприятия с холодильником должна быть предусмотрена санитарно-защитная зона. Следует стремиться к повышению плотности застройки до 50 %. Плотность застройки должна быть сравнительно ровной, обеспечивающей проезды. Должны быть предусмотрены ввод железнодорожного пути со сквозным (не тупи-

ковым) проездом, свободный подъезд на авторефрижераторах, фургонах большой и малой грузоподъемности.

Главный корпус (охлаждаемый склад) располагают так, чтобы по одной продольной стене размещалась железнодорожная крытая платформа (дебаркадер), у противоположной продольной стены – автомобильная. Эти платформы соединяются друг с другом у торцовых стен или через поперечные коридоры. Перед автомобильными платформами на всю их длину устраивают асфальтированные площадки. Машинное и аппаратное холодильное отделения со вспомогательными и бытовыми помещениями для них располагают у одного торца холодильника. Возле машинного отделения холодильника размещают комплекс устройств для замкнутого водоснабжения холодильных установок (насосную, водоохлаждающие устройства и т. п.) При выборе места для открытых капельных градирен учитывают преобладающее направление ветра. Их располагают с наветренной стороны. Если для водоснабжения используют артезианские скважины, то вокруг каждой предусматривают санитарную зону. С другого конца холодильника на генеральном плане оставляют место для возможного его расширения. Помещения производственных цехов (переработки, формовки, фасовки и т. п.) блокируют с главным зданием холодильника. Для хранения аммиака в баллонах предусматривают отдельное здание – аммиакохранилище, блокируемое с маслохранилищем. Это здание должно отстоять от других зданий не менее чем на 20 м. Административное здание, пункт питания, телефонная и электрическая подстанция, помещения общественных организаций, соответствующие санитарно-бытовые помещения располагают у въезда на предприятие. Здесь же располагают проходную, автовесы и т. п.

4.2.1. Объемно-планировочные и конструктивные решения

Степень огнестойкости зданий холодильников должна быть не ниже:

- II – для зданий холодильников емкостью 700 т и более;
- III – для зданий холодильников емкостью свыше 250 до 700 т;
- IV – для зданий холодильников емкостью до 250 т.

Здания холодильников II степени огнестойкости допускается проектировать высотой до шести этажей включительно, здания холодильников других степеней огнестойкости – одноэтажными.

Помещения машинных и аппаратных отделений аммиачных холодильных установок должны располагаться в отдельно стоящих одноэтажных бесподвальных зданиях II и IIIa степени огнестойкости или пристройках к зданиям холодильников и отделяться от них противопожарными стенами 1-го типа.

Помещения машинных и аппаратных отделений аммиачных холодильных установок допускается располагать в одноэтажных и на первом этаже многоэтажных зданий холодильников II степени огнестойкости, отделяя их от других помещений противопожарными перегородками 1-го и перекрытиями 3-го типов.

Аппаратные отделения аммиачных холодильных установок допускается располагать над машинными отделениями этих установок.

В помещениях машинных и аппаратных отделений аммиачных холодильных установок допускается устройство открытого приямка глубиной до 2,5 м для установки аппаратов и насосов. Приямок должен иметь не менее двух лестниц, а при глубине приямка более 2 м – выход непосредственно наружу.

Помещения машинных отделений аммиачных холодильных установок должны иметь не менее двух выходов, один из которых непосредственно наружу. Допускается устройство одного из выходов через тамбур-шлюз в коридор подсобно-бытовых помещений машинного отделения.

Над помещениями машинных и аппаратных отделений аммиачных холодильных установок не разрешается располагать помещения с постоянными рабочими местами, а также административные и бытовые помещения.

Не допускается заглубление пола машинного (аппаратного) отделения ниже планировочной отметки территории.

При пристройке административных и бытовых помещений к машинным и аппаратным отделениям следует учитывать обеспечение доступности этих помещений для работающих инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата (кроме инвалидов, пользующихся для передвижения креслами-колясками).

Производственные и административно-бытовые здания должны отделяться от зданий холодильников III–V степеней огнестойкости противопожарными стенами 1-го типа, от зданий холодильников II степени огнестойкости – противопожарными стенами 2-го типа. Встроенные производственные, административные и бытовые помещения должны отделяться от других помещений зданий холодильников противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа и иметь выходы наружу.

В зданиях холодильников допускается устраивать один из эвакуационных выходов на грузовую платформу непосредственно из лестничной клетки или через транспортный коридор, при этом на автомобильной платформе следует устраивать огражденные и оборудованные перилами спуски (лестницы) напротив выходов из лестничных клеток, а на железнодорожной платформе – выделять пешеходные зоны шириной не менее 1 м, ведущие к выходу и имеющие специальное обозначение.

Закрытая грузовая платформа должна иметь не менее двух выходов наружу.

Погрузочно-разгрузочные ramпы и платформы следует проектировать в соответствии со СНиП 2.11.01–85.

Высоту платформы для железнодорожного транспорта следует принимать, как правило, равной 1400 мм от уровня головки рельса. Для обеспечения открывания дверей всех типов изотермических вагонов вдоль железнодорожного пути платформа должна иметь пониженную часть шириной 560 мм и высотой 1100 мм от головки рельса.

Высота грузовой платформы для автомобильного транспорта должна быть равна 1200 мм от поверхности погрузочно-разгрузочной площадки. Допускается при обосновании устройство платформ высотой 200 мм от поверхности погрузочно-разгрузочной площадки.

Конструкции закрытых платформ и навесов, примыкающих к зданиям II, III, IIIa и IVa степеней огнестойкости, следует выполнять из негорючих материалов.

Закрытые платформы следует проектировать с дымоудалением в соответствии со СНиП 2.04.05–91.

Вход в охлаждаемые помещения низкотемпературных холодильников снаружи или из отапливаемого помещения необходимо предусматривать через тамбур или неотапливаемое помещение.

Двери и ворота с электрическим или пневматическим приводом механизмов открывания и закрывания должны быть обеспечены во всех случаях устройствами их открывания ручную.

В воротах, предназначенных для эвакуации людей, следует предусматривать калитки без порогов или с порогами высотой не более 100 мм (если в помещениях не предусмотрено трудоустройство инвалидов), открывающиеся в направлении выхода из здания.

Помещения для обогрева работающих должны быть оборудованы шкафами для обогрева и сушки спецодежды, пристенными и напольными нагревательными панелями и устройствами для согревания рук, а также местами отдыха работающих инвалидов (креслами, лежанками), если это предусмотрено в задании на проектирование. В многоэтажных холодильниках эти помещения должны располагаться через этаж, в одноэтажных – на расстоянии не более 100 м от рабочего места.

Для многоэтажных зданий холодильников должны применяться безбалочные железобетонные конструкции.

Железобетонные панели наружных стен зданий холодильников должны иметь марку по морозостойкости не ниже F200* для районов с расчетной зимней температурой до минус 40 °С включительно и не ниже F300 при температуре ниже минус 40 °С, марку по водонепроницаемости – не ниже W4.

Толщина наружного несущего железобетонного слоя панели принимается по расчету, но не менее 120 мм.

Для несущих конструкций холодильников марку бетона по морозостойкости и водонепроницаемости следует принимать не ниже:

F150 и W4 – в низкотемпературных холодильниках (температура ниже минус 5 °С);

F100 и W4 – в холодильниках для хранения овощей и фруктов (температура минус 5 °С и выше).

Кирпичные стены необходимо проектировать из глиняного обыкновенного сплошного кирпича пластического прессования марки не ниже 100 на тяжелом растворе марки не ниже 50.

В нормальных и сухих зонах (согласно СНиП 11-3-79) допускается предусматривать наружные стены холодильников из сили-

* Обозначение морозостойкости бетона.

катного кирпича марки 150 или из природных камней марки не ниже 75.

Кирпич и естественный камень для стен зданий холодильников должны иметь марку по морозостойкости не ниже $Мрз25^{**}$, для зданий холодильников емкостью менее 700 т допускается применять марку по морозостойкости не ниже $Мрз15$.

Перегородки между камерами, как правило, должны быть сборные железобетонные марки по морозостойкости не ниже F75.

Покрытия зданий холодильников с рулонной или мастичной кровлей должны иметь уклон не менее 1,5 %. Для многоэтажных холодильников следует предусматривать организованный водосток.

Покрытия полов в холодильных камерах, коридорах, вестибюлях и на платформах должны, как правило, предусматриваться из тяжелого бетона марки по морозостойкости не менее F150. В охлаждаемых помещениях многоэтажных холодильников следует предусматривать гидроизоляцию полов.

Здания холодильников с отрицательными температурами в помещениях, возводимые во всех строительно-климатических районах, за исключением зон распространения вечномерзлых грунтов, должны проектироваться с учетом необходимости предотвращения промерзания грунтов, являющихся основанием фундаментов и полов. С этой целью следует применять системы искусственного обогрева грунтов (электрообогрев, обогрев незамерзающей жидкостью), устройств проветривания подполья и другие системы защиты.

Системы защиты грунтов от промерзания должны предусматриваться под помещениями с отрицательными температурами, а также под примыкающими к ним коридорами, вестибюлями, лифтовыми шахтами.

Не требуется защита от промерзания непучинистых грунтов, простирающихся ниже подошвы фундамента на глубину не менее $1/3$ ширины здания охлаждаемого склада при его ширине менее 30 м или на 10 м при ширине охлаждаемого склада более 30 м. Подсыпка под полы в этом случае должна выполняться из непучинистых грунтов.

При проектировании фундаментов зданий холодильников с искусственным обогревом грунтов расчетную глубину сезонного про-

^{**} Обозначение морозостойкости кирпича.

мерзания грунтов по наружному контуру зданий в зависимости от среднегодовой температуры воздуха района строительства следует принимать согласно данным табл. 4.1.

Здания холодильников с проветриваемыми подпольями следует проектировать, как правило, отдельно стоящими. Высоту подполья необходимо принимать не менее 0,6 м от поверхности спланированного грунта до низа плит перекрытия. В пределах подполья не должно быть балок высотой более 1/3 высоты подполья. Размещение в подполье инженерных сетей и труб для транспортировки хладагента не допускается.

Таблица 4.1

Среднегодовая температура воздуха района строительства, ° С	Расчетная глубина промерзания, м
0 и ниже	d_{fn}^*
Выше 0 до 3	1,1 d_{fn}
От 3 до 5	1,2 d_{fn}
От 5 и выше	1,3 d_{fn}

* d_{fn} — нормативная глубина сезонного промерзания, определяемая согласно СНиП 2.02.01–83.

Образование конденсата на поверхности перекрытия не допускается.

Толщина защитного слоя несущих железобетонных конструкций перекрытия над проветриваемым подпольем должна быть не менее 20 мм со стороны подполья. Элементы железобетонного перекрытия над проветриваемым подпольем должны выполняться из бетона марки по морозостойкости не менее F300, марки по водонепроницаемости не менее W6.

Колонны в охлаждаемых помещениях, коридорах, на платформах, стены платформ, транспортных коридоров и вестибюлей, а также стены камер из металлических панелей должны быть защищены от механических повреждений при транспортировке грузов.

В зданиях холодильников следует предусматривать системы сигнализации: безопасности («человек в камере»), пожарную и охранную. Во всех случаях вывод сигнала должен предусматриваться

в помещения с круглосуточным пребыванием людей. В целях своевременной информации работающих инвалидов сигнализацию следует предусматривать и звуковую, и визуальную одновременно.

В зданиях холодильников необходимо предусматривать ограждающие конструкции без пустот из материалов, не разрушаемых грызунами, сплошные и без пустот полотна наружных дверей, ворот и крышек люков, устройства для закрывания отверстий каналов систем вентиляции, ограждения стальной сеткой (с ячейками размером не более 12×12 мм) вентиляционных отверстий в стенах и воздуховодах, расположенных в пределах высоты 0,6 м над уровнем пола.

Емкость холодильников IVа степени огнестойкости должна быть не более 2000 т (за исключением зданий для хранения картофеля, овощей и фруктов), IIIа степени огнестойкости – не более 5000 т.

В зданиях холодильников (кроме зданий для хранения картофеля, овощей и фруктов) охлаждаемые помещения (холодильные камеры) следует разделять на отсеки емкостью не более 1250 т в зданиях IIIа степени огнестойкости и 500 т в зданиях IVа степени огнестойкости противопожарными стенами 2-го типа. В указанных стенах допускается применять трехслойные конструкции толщиной не менее 100 мм из стальных профилированных листов с трудногорючим утеплителем.

При проектировании зданий холодильников IVа степени огнестойкости, предназначенных для хранения картофеля, овощей и фруктов в горючей таре, допускается принимать их емкость не более 3000 т; при хранении картофеля и овощей россыпью – не более 5000 т. Здания большей емкости следует разделять на отсеки указанной емкости противопожарными стенами 1-го типа.

Здания холодильников для хранения картофеля и овощей россыпью емкостью более 3000 до 5000 т следует разделять противопожарными стенами 2-го типа на отсеки емкостью не более 3000 т; здания холодильников для хранения картофеля, овощей и фруктов в горючей таре емкостью более 1000 до 3000 т – на отсеки не более 1000 т, при этом в указанных стенах допускается применять трехслойные конструкции толщиной не менее 100 мм из стальных профилированных листов с трудногорючим утеплителем.

В зданиях холодильников блок хранения (охлаждаемые помещения с транспортным коридором) следует отделять от остальной

части здания холодильника (производственного блока) противопожарной стеной 2-го типа.

При размещении машинных отделений холодильных установок и бытовых помещений в одном здании с помещениями хранения и товарной обработки следует отделять их от других помещений противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа.

В зданиях холодильников для хранения картофеля, овощей и фруктов допускается отделять указанные помещения перегородками и перекрытиями из трехслойных панелей из стальных профилированных листов с трудногорючим или негорючим утеплителем.

Кровлю следует выполнять из стального профилированного настила с уклоном не менее 10 %. Устройство рулонной кровли не допускается.

Пространство над перекрытием охлаждаемых помещений должно иметь естественное проветривание. Нормативное значение равномерно распределенной нагрузки на перекрытие следует принимать равным 0,5 кПа; сосредоточенной нагрузки – 1 кН.

При монтаже зданий IVа степени огнестойкости все конструкции следует предусматривать на болтах, заклепках и самонарезающих винтах. Применение сварки не допускается.

4.2.2. Тепло- и пароизоляция

Теплоизоляционные материалы ограждающих конструкций должны удовлетворять следующим требованиям:

плотность – не более 300 кг/м²;

коэффициент теплопроводности – не более 0,105 Вт/(м · °С);

водопоглощение – не более 5 % по объему за 24 ч.

Расчетные коэффициенты теплопроводности теплоизоляционных материалов следует принимать согласно СНиП 11-3–79 для условий эксплуатации Б.

Для тепло- и пароизоляции и внутренней отделки помещений холодильников могут применяться только материалы, допущенные для этих целей Минздравом России.

В зданиях I, II и III степеней огнестойкости теплоизоляция из горючих и трудногорючих материалов должна разделяться противопожарными поясами поэтажно и на отсеки площадью не более:

500 м² – при применении горючих теплоизоляционных материалов;

1000 м² – при применении трудногорючих теплоизоляционных материалов.

Противопожарные пояса должны быть шириной не менее 500 мм из негорючих теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности не более 0,174 Вт/ (м · °С) и водопоглощением не более 5 % по объему за 24 ч. Они должны плотно примыкать к огнестойким конструкциям. В них не допускается устройство отверстий и пропуск коммуникаций. Пароизоляцию противопожарных поясов следует выполнять из негорючих материалов.

Теплоизоляция из горючих и трудногорючих материалов должна быть защищена со стороны помещений материалами, обеспечивающими предел огнестойкости ограждающих конструкций и предел распространения огня по ним в соответствии с требованиями СНиП 2.01.02–85.

Незащищенная в процессе производства работ теплоизоляция допускается в пределах только одного отсека, но площадью не более 700 м², о чем следует указывать в рабочих чертежах строительной части проекта.

Для защиты от грызунов со стороны помещений по поверхности теплоизоляции необходимо предусматривать сетку с ячейками размером не более 12 × 12 мм из стальной проволоки на высоту 1 м от пола.

Требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен и покрытий охлаждаемых помещений с температурой минус 4 °С и выше следует принимать равным большему из требуемых сопротивлений теплопередаче для условий эксплуатации в летнее время года, определяемых по пп. 2.33 и 2.34, и для условий эксплуатации в зимнее время года, определяемых по п. 2.40.

Требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен охлаждаемых помещений для условий эксплуатации в летнее время года для различных районов, установленных в СНиП 23-01–99, следует принимать по табл. 4.2.

Требуемое сопротивление теплопередаче покрытий над охлаждаемыми помещениями для условий эксплуатации в летнее время

года для различных районов, установленных в СНиП 23-01–99, следует принимать по табл. 4.3.

Таблица 4.2

Среднегодовая температура наружного воздуха в районе строительства, °С	Требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$, при температуре воздуха в охлаждаемых помещениях, °С						
	минус 30	минус 20	минус 10	минус 5	0	5	12
Минус 2 и ниже	4,8	3,9	3,1	2,6	2,4	2,1	1,9
Выше минус 2 и ниже 7	5,1	4,3	3,6	2,8	2,4	2,1	1,9
7 и выше	5,4	4,8	4,3	3,7	3,3	2,8	2,2

Примечание. Сопротивление теплопередаче наружных стен помещений холодильной обработки мясокомбинатов следует принимать с коэффициентом 1,1.

Таблица 4.3

Среднегодовая температура наружного воздуха в районе строительства, °С	Требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$, при температуре воздуха в охлаждаемых помещениях, °С						
	минус 30	минус 20	минус 10	минус 5	0	5	12
Минус 2 и ниже	5,1	4,1	3,3	2,8	2,8	2,6	2,3
Выше минус 2 и ниже 7	5,4	4,6	3,7	3,3	2,8	2,6	2,3
7 и выше	5,8	5,1	4,3	3,9	3,4	3,0	2,7

Примечания: 1. Сопротивление теплопередаче чердачных перекрытий следует принимать с коэффициентом 0,9, но не менее, чем для стен.

2. При теплоизоляции покрытий из пенополистирола марки ПСБ-С сопротивление теплопередаче следует принимать с коэффициентом 1,2.

Требуемое сопротивление теплопередаче внутренних стен, перегородок и междуэтажных перекрытий охлаждаемых помещений следует принимать по табл. 4.4.

Требуемое сопротивление теплопередаче внутренних стен и перегородок, отделяющих охлаждаемые помещения от неохлаждаемых и неотапливаемых, следует принимать по табл. 4.5.

Таблица 4.4

Температура воздуха в более теплом помещении, °С	Требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$, при температуре воздуха в более холодном помещении, °С						
	минус 30	минус 20	минус 10	минус 5	0	5	12
Минус 30	1,7	–	–	–	–	–	–
Минус 20	2,2	1,7	–	–	–	–	–
Минус 10	3,4	2,7	1,7	–	–	–	–
Минус 5	4,0	3,3	2,2	1,7	–	–	–
0	4,3	3,6	2,7	2,2	1,7	–	–
5	4,6	4,0	3,2	2,7	2,2	1,7	–
10	4,8	4,5	3,7	3,2	2,7	2,2	1,7
20	5,2	5,0	4,3	3,6	2,9	2,2	2,2

Примечание. Сопротивление теплопередаче внутренних стен и перегородок помещений холодильной обработки мясокомбинатов следует принимать с коэффициентом 1,1.

Таблица 4.5

Температура воздуха в охлаждаемых помещениях, °С	Требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$
Минус 30	5,1
Минус 20	4,3
Минус 10	3,6
0	2,4
12	1,9

Требуемое сопротивление теплопередаче полов на обогреваемых грунтах следует принимать по табл. 4.6.

Таблица 4.6

Температура воздуха в охлаждаемых помещениях, °С	Требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$
Минус 1	2,8
Минус 10	3,8
Минус 20	5,5
Минус 30	6,5

Полы охлаждаемых помещений, располагаемые на необогреваемых грунтах, при температуре хранения минус 4 °С и выше должны иметь по периметру наружных стен на ширину 1,5 м теплоизоляцию с сопротивлением теплопередаче, равным сопротивлению теплопередаче наружных стен; при температуре ниже минус 4 °С вся поверхность пола должна иметь теплоизоляцию с сопротивлением теплопередаче не менее $2,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче перекрытий над проветриваемыми подпольями для различных районов, установленных в СНиП 23-01–99, следует принимать по табл. 4.7.

Таблица 4.7

Среднегодовая температура наружного воздуха в районе строительства, °С	Требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$, при температуре воздуха в охлаждаемом помещении, °С				
	минус 30	минус 20	минус 10	минус 5	0 и ненормируемая
3 и ниже	4,8	3,9	3,1	2,6	2,4
Выше 3 – ниже 9	5,1	4,3	3,6	2,8	2,6
9 и выше	5,4	4,8	4,3	3,7	3,0

Требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен и покрытия помещений хранения картофеля, овощей и фруктов, а также других продуктов, хранение которых осуществляется при температурах минус 4 °С и выше, для условий эксплуатации в зимнее время года следует определять по СНиП 11-3–79; при этом температуру воздуха в помещениях хранения следует принимать по нормам технологического проектирования, а нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции – по табл. 4.8.

Требуемые сопротивления паропроницанию пароизоляции в конструкциях наружных ограждений следует принимать по табл. 4.9.

Требуемые сопротивления паропроницанию пароизоляции в конструкциях внутренних стен, перегородок и перекрытий следует принимать по табл. 4.10.

Требуемые сопротивления паропроницанию пароизоляции в конструкциях полов на обогреваемых грунтах следует принимать по табл. 4.11.

Таблица 4.8

Помещение	Нормативный температурный перепад Δt^U , °С, для	
	наружных стен	покрытия и чердачного перекрытия
Хранилища:		
картофеля	2,0	1,8
корнеплодов и бахчевых культур	2,0	1,8
лука	2,6	2,3
яблок	2,0	1,8
винограда	1,5	1,4
других продуктов с температурой хранения минус 4 °С и выше	2,0	1,8

Таблица 4.9

Расчетная влажность наружного воздуха в районе строительства, гПа	Требуемое сопротивление паропроницанию пароизоляции, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$, при температуре воздуха в охлаждаемых помещениях, °С	
	минус 10 и ниже	от минус 9 до 1
До 14	6,6	2,7
От 14 до 18	9,3	4,6
Свыше 18	13,3	6,6

Примечания: 1. За расчетную влажность наружного воздуха принимается средняя влажность за три наиболее теплых месяца согласно СНиП 23-01-99.

2. Для охлаждаемых помещений с температурой воздуха более 1 °С сопротивление паропроницанию определяется по зимним расчетным условиям (СНиП II-3-79, СНиП 2.01.01-82).

Таблица 4.10

Температура воздуха в более теплом помещении, °С	Требуемое сопротивление паропроницанию пароизоляции, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$, при температуре воздуха в более холодном помещении, °С				
	минус 30	минус 20	минус 10	0	12
Минус 30	—	—	—	—	—
Минус 20	1,3	—	—	—	—
Минус 10	2,0	1,3	—	—	—
0	2,7	2,0	1,3	—	—
12	2,7	2,7	2,0	1,3	—

Таблица 4.11

Температура воздуха в охлаждаемом помещении, °С	Сопротивление паропроницанию пароизоляции, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$
Минус 30	10,0
Минус 20	5,3
Минус 10	4,0
Минус 4	4,0

При промежуточных значениях температур в охлаждаемых помещениях значения сопротивления теплопередаче и паропроницанию определяются интерполяцией.

4.2.3. Теплоснабжение, отопление и вентиляция

Расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена в помещениях следует принимать по табл. 4.12.

Таблица 4.12

Помещение	Расчетная температура воздуха, °С	Кратность воздухообмена		
		Приток	Вытяжка	Аварийная вытяжка
Машинное и аппаратное отделения холодильных установок:				
аммиачных	16	По расчету, но не менее 2	Согласно СНиП 2.04.05–86	
фреоновых	16	По расчету, но не менее 3	То же	
Помещение холодильного распределительного уст- ройства аммиачных холо- дильных установок (в от- дельных помещениях при вестибюле для многоэтаж- ных холодильников, на антресолях в одноэтажных холодильниках)	5	—	Не менее 3 (периоди- ческого действия)	—

Помещение	Расчетная температура воздуха, °С	Кратность воздухообмена		
		Приток	Вытяжка	Аварийная вытяжка
Лестничная клетка охлаждаемого склада	5	—	—	—
Машинное отделение лифтов	5	—	—	—
Помещение зарядки тяговых аккумуляторных батарей	16	По расчету плюс естественная вытяжка согласно ПУЭ		—
Электролитная	16	По расчету		—
Ремонтное помещение самоходных машин	16	—	—	—
Помещение зарядных устройств	5	По расчету		—

Очистка воздуха, удаляемого из помещений машинного и аппаратного отделений аммиачных холодильных установок, предусматривается в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05–91.

Аварийная вентиляция должна иметь пусковые приспособления как в вентилируемых помещениях (у выходов), так и вне их (у наружных дверей), а также автоматически включаться при увеличении концентрации аммиака в воздухе помещений выше предельно допустимой.

Вентиляторы и электродвигатели для вытяжной и аварийной вентиляции аммиачных машинных и аппаратных отделений необходимо предусматривать во взрывобезопасном исполнении.

Помещения для хранения картофеля, овощей и фруктов должны быть оборудованы приборами и устройствами, позволяющими контролировать и автоматически поддерживать температуру воздуха, а также приборами для контроля относительной влажности. Конденсация влаги на внутренних поверхностях стен и потолков не допускается.

4.2.4. Водопровод и канализация

Холодильники должны быть оборудованы хозяйственно-питьевым, производственным и противопожарным водопроводом и системами канализации.

Внутренний противопожарный водопровод в охлаждаемой части зданий холодильников (холодильные камеры с транспортным коридором) не предусматривается. Расчетный расход воды на наружное пожаротушение надлежит принимать как для зданий категории В.

В зданиях холодильников должна предусматриваться открытая прокладка сетей внутреннего производственного водопровода. Прокладка сетей водопровода в охлаждаемых помещениях не допускается.

Для охлаждения машин и аппаратов холодильных установок допускается применение воды технического качества со следующими основными показателями:

жесткость общая – 2–6 мг-экв/л;

наличие свободной углекислоты – 10–100 мг-экв/л;

концентрация водородных ионов – $\text{pH} = 6,5 \div 8$;

мутность – 2–5 мг/л;

железо – 0,1–0,3 мг/л.

Вода, потребляемая для мойки оборудования, инвентаря и полов, камер соленых рыботоров, электролитных при зарядных станциях и ремонтных помещений самоходных машин, должна отвечать требованиям ГОСТ 2874.

Нормы водопотребления и водоотведения, а также температуру воды следует принимать по табл. 4.13.

Поливочные краны должны быть установлены в камерах соленых рыботоров, электролитных при зарядных станциях и ремонтных помещениях самоходных машин из расчета один кран на 500 м² площади пола, но не менее двух кранов на этаж; на грузовых платформах – через каждые 25 м.

В камерах соленых рыботоров и на грузовых платформах должен быть предусмотрен сухотрубный водопровод.

Для холодильных установок должны предусматриваться, как правило, оборотные системы водоснабжения.

Воду от оттайки воздухоохладителей, как правило, следует использовать в системе оборотного водоснабжения или на другие технологические нужды.

Таблица 4.13

Производственный процесс	Единица измерения	Водопровод		Канализация
		Норма водопотребления, л	Температура воды, °С	Норма водоотведения, л
Оттаивание воздухоохладителей в камерах:				
с положительными температурами	м ² поверхности	10	Не менее 15	15
с отрицательными температурами	То же	–	–	3
Охлаждение конденсаторов и компрессоров	Агрегат по паспортным данным			
Мойка:				
полов	м ²	3	До 50	3
подъемно-транспортных средств (электропогрузчики, электрокары)	1 машина	150	До 50	150
инвентаря	м ² поверхности	4	Не менее 60	4

Примечание. Время оттаивания воздухоохладителей 0,5 ч.

Бытовые и производственные сточные воды должны отводиться в бытовую канализацию отдельными выпусками.

Сточные воды от приборов и аппаратов необходимо отводить в бытовую канализацию через индивидуальные или групповые гидравлические затворы, располагаемые в отапливаемых помещениях.

Сети канализации, прокладываемые в помещениях с отрицательными температурами воздуха и в неотапливаемых помещениях, должны быть оборудованы системой обогрева.

Сточные воды от мытья платформ необходимо отводить в бытовую канализацию. На выпусках следует устанавливать колодцы с гидрозатворами.

5. ПОВРЕЖДЕНИЯ И ДЕФЕКТЫ ЗДАНИЙ ХОЛОДИЛЬНИКОВ И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

5.1. Классификация повреждений

Возможные повреждения можно классифицировать по основным признакам, указанным на рис. 5.1.

Подробный перечень природных и технологических воздействий на здание дан на рис. 5.2.

5.2. Характерные дефекты зданий холодильников и пищевых производств

Дефектом является несоответствие конструкции каким-то параметрам, нормативным требованиям, проекту. Так, завышение толщины швов кладки – дефект, а ее обрушение – это повреждение вследствие дефекта швов.

Наиболее опасны дефекты в основаниях и фундаментах, в стенах, т. е. в основных конструкциях, так как их проявление ведет к деформациям и разрушению всего здания. Менее опасны в отношении устойчивости здания дефекты в перегородках и других второстепенных конструкциях.

Дефект – это вероятная первопричина повреждения. Его можно и необходимо избежать, но многие дефекты очень сложно или совсем невозможно устранить. Такие дефекты ускоряют износ здания. Классификация дефектов показана на рис. 5.3.

Дефекты железобетонных и каменных конструкций часто связаны с плохим качеством исходных материалов: бетона, кирпича, раствора. Наиболее опасными дефектами для монолитных и сборных конструкций являются: недостаточное или неправильное армирование, заниженная марка бетона, загрязненные заполнители и т. п. Весьма разнообразны дефекты изготовления железобетонных элементов: отклонения размеров и формы элементов, дефекты поверхности, трещины в защитном слое, отколы углов и ребер, смещение арматуры и закладных частей и т. д.

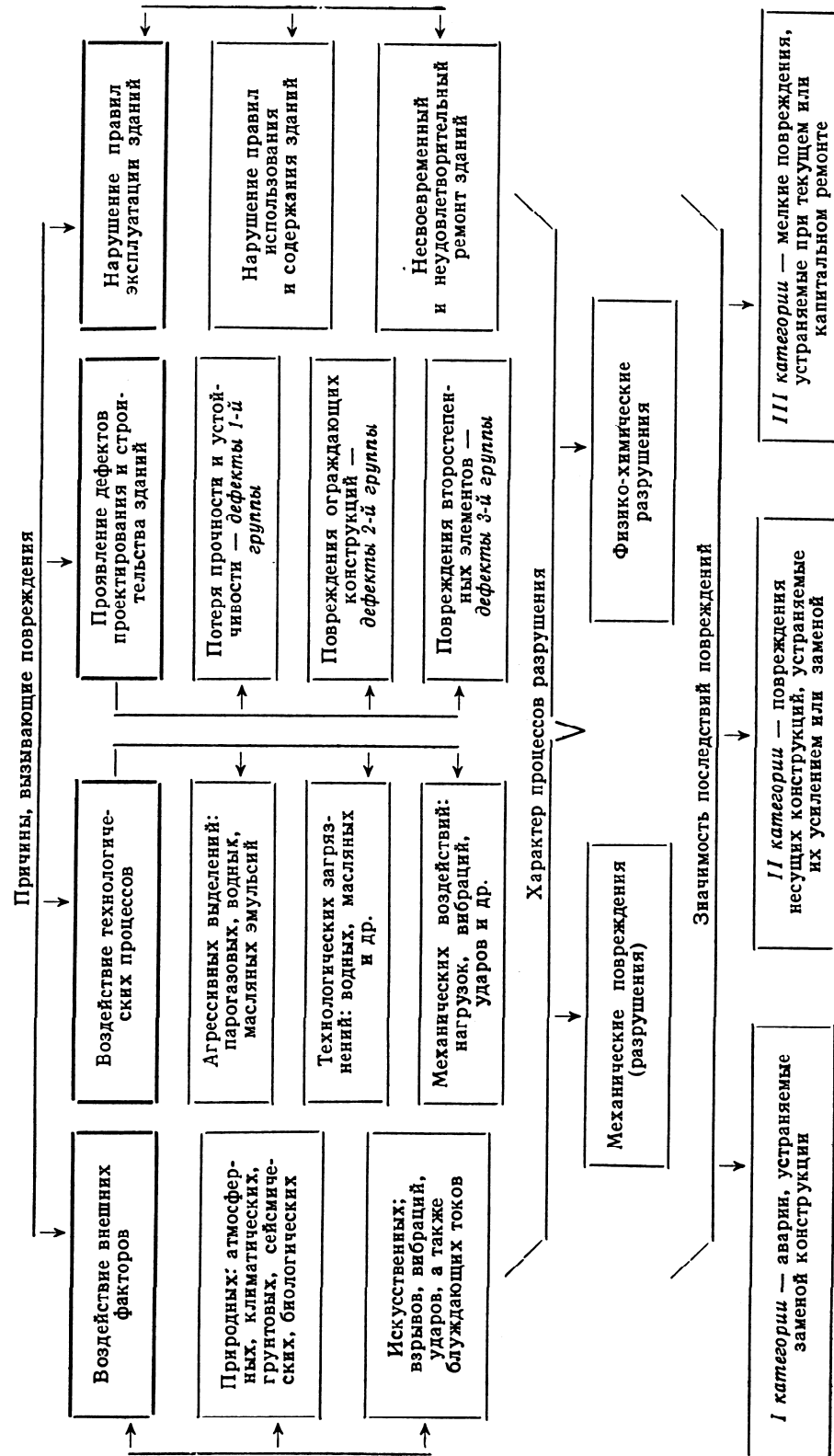


Рис. 5.1. Классификация повреждений зданий в процессе их эксплуатации

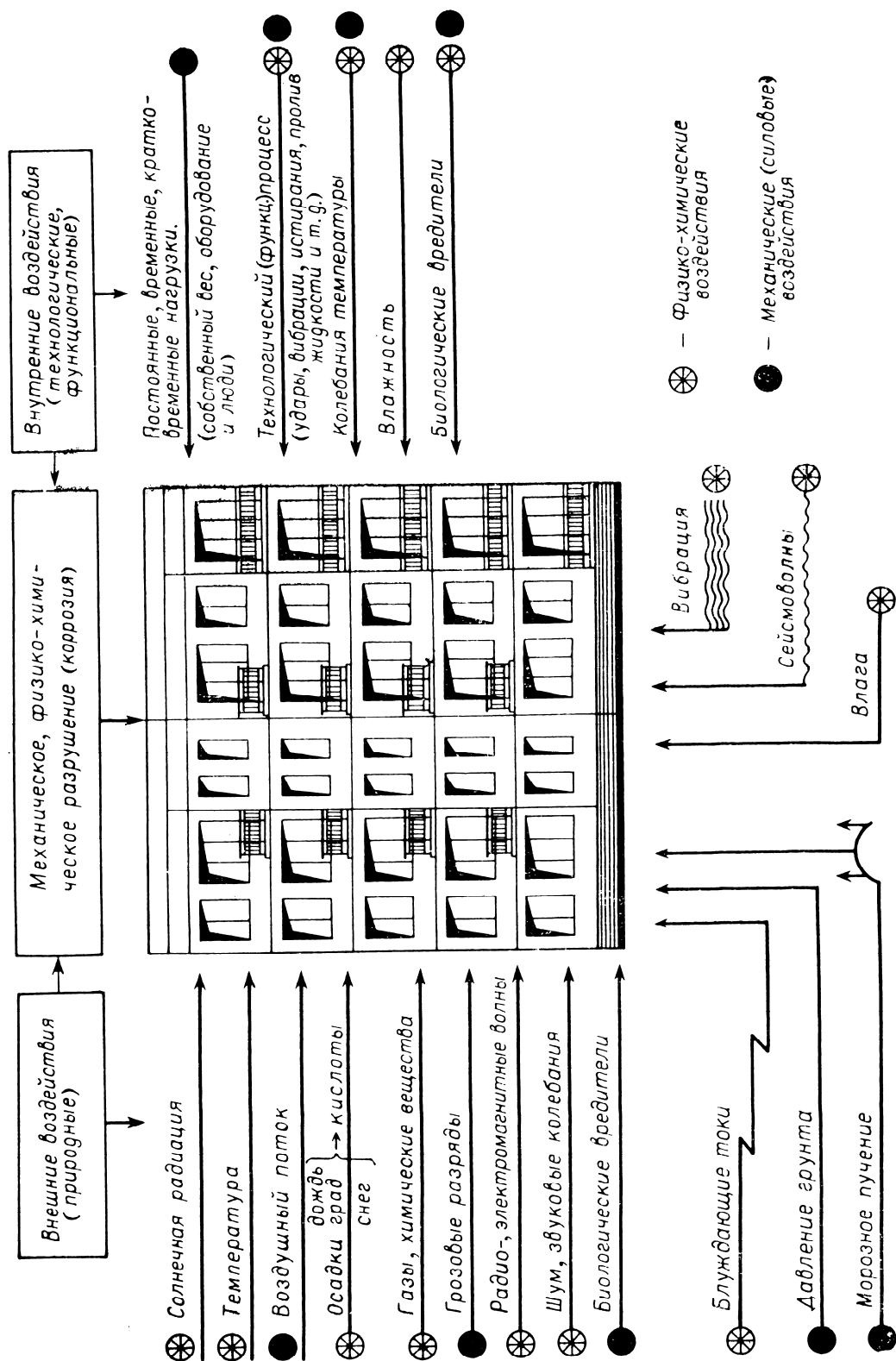


Рис. 5.2. Факторы, действующие на здания и вызывающие их износ и разрушение



Рис. 5.3. Классификация дефектов зданий

Дефекты монтажа сборных элементов можно объединить в три группы: дефекты стыков, дефекты положения элементов, дефекты опирания конструкций. Наиболее опасны дефекты стыков несущих конструкций прогонов, балок, колонн, так как они могут привести к разрушению здания.

6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОХЛАЖДАЕМЫХ ЗДАНИЙ

6.1. Наблюдения за сохранностью охлаждаемых зданий в период эксплуатации

6.1.1. Организация наблюдений

Охлаждаемые здания в процессе эксплуатации должны находиться под систематическим наблюдением инженерно-технических работников, ответственных за их сохранность.

Текущий осмотр основных конструктивных и ограждающих элементов и инженерного оборудования проводится один раз в три месяца лицами, назначенными приказами по предприятию. Общие технические осмотры с обследованием всех конструктивных и ограждающих элементов, включая различные узлы и детали, отделку поверхностей, внешнее благоустройство, инженерное оборудование и т. п., проводятся каждый год весной и осенью. Весенний осмотр осуществляется после таяния снега и оттаивания промерзшего грунта, осенний осмотр – в целях проверки выполнения летних ремонтных работ и подготовки охлаждаемых зданий к эксплуатации зимой.

Кроме очередных осмотров, могут проводиться внеочередные общие или частичные осмотры. После стихийных бедствий или аварий внеочередные осмотры обязательны.

Осмотры осуществляются комиссиями, назначаемыми на каждый осмотр приказом по предприятию. В состав комиссии включаются главный инженер или заместитель руководителя предприятия – председатель и члены комиссий: лица, занимающиеся наблюдением за эксплуатацией зданий, ведающие эксплуатацией отдельных видов инженерного оборудования; представители пожарного и санитарного надзора; руководители цехов, участков, отделов, непосредственно эксплуатирующих здания; представители общественных организаций.

Ограждающие элементы зданий подвергаются детальному испытанию один раз в шесть лет или сразу при установлении факта возрастания теплопередачи. По материалам испытаний составляется краткий технический отчет, в котором указываются техническое состояние ограждающих элементов, результаты испытаний и меры для приведения этих элементов в рабочее состояние.

6.1.2. Технические особенности работы холодильника и их влияние на состояние элементов здания

Технические особенности эксплуатации охлаждаемых зданий обуславливают особые требования к теплоизоляционным, строительным материалам и конструкциям зданий холодильников и инженерного оборудования:

- длительная прочность, коррозионная стойкость для материалов конструктивных элементов здания;
- высокая эффективность тепловой изоляции и ее сохранность при длительной эксплуатации теплоограждающих элементов;
- низкая паро-, водо-, газопроницаемость для паро-, газо-, гидро-, теплоизоляционных элементов;
- высокая износостойкость, стойкость к агрессивным средам и механическим воздействиям, возможность несложного ремонта и очистки покрытий, полов и других элементов здания;
- негорючесть всех используемых материалов и т. п.

Необходимо строго выполнять все требования, препятствующие проникновению теплого наружного воздуха в охлаждаемые помещения, для чего:

- наладить и обеспечить автоматизированную работу воздушных завес у дверей камер;
- иметь защитные фартуки на дверных проемах;
- держать закрытыми двери, ворота проемов закрытых платформ;
- не допускать изменения технологических режимов охлаждаемых камер (помещений) без технической проработки возможности эксплуатации элементов здания в измененных условиях;
- следить за состоянием прокладок и устройств, обеспечивающих герметизацию камер в дверных проемах.

Эксплуатация охлаждаемых камер с регулируемой газовой средой требует особого обеспечения сохранности газоизоляции камер. Степень герметичности камер с внутренней генерацией должна быть в пределах 0,01–0,05, а с внешней генерацией – 0,1–0,5 воздухообмена в сутки.

6.1.3. Правила эксплуатации кровли

При освидетельствовании кровель проверяются:

- состояние защитного (или покровного) слоя, а также наличие запыления (или заиливания) участков кровли;
- состояние гидроизоляции у мест примыкания к выступающим выше кровли конструкциям или инженерному оборудованию, соответствие этих мест проекту; правильность закрепления защитных металлических фартуков и свесов, устройств для отвода атмосферных талых вод;
- правильность и равномерность уклона кровли, наличие или отсутствие выступов и впадин на поверхности, трещин, пузырей, отслоений кровельных защитных слоев;
- своевременность и правильность уборки снега, удаления наледей от талой воды (без повреждений кровли);
- отсутствие не предусмотренных проектом нагрузок на кровлю и покрытие;
- наличие деревянных решетчатых щитков для прохода к инженерному оборудованию на покрытии;
- наличие средств для закрытия на зиму продухов и «слуховых» окон при чердачных покрытиях;
- наличие и прочность ограждений по периметру карнизов здания.

Для установления эксплуатационного состояния теплоизоляции и кровельного ковра не менее одного раза в шесть лет, а при неудовлетворительном состоянии ограждающих конструкций покрытия сразу после выявления этого состояния производятся определение фактических тепловых потоков тепломерами или вскрытие кровли, отбор проб теплоизоляции и последующая заделка мест отбора в следующем порядке:

- намечается на площади до 700 м^2 ската покрытия, но не менее одного на каждом скате, место отбора проб теплоизоляционного материала;
- вскрывается кровельный ковер по размеру $150 \times 200 \text{ мм}$ режущим инструментом (только с трех сторон по уклону) и отгибается к вершине ската; определяется количество слоев ковра и измеряется его общая толщина;
- проверяется наличие пароизоляции;

– производится отбор теплоизоляции шлямбуром из каждого слоя. Для определения влажности теплоизоляционных материалов могут быть использованы неразрушающие методы с применением специальной аппаратуры.

Характерными дефектами кровель из рулонных материалов являются:

– местное уплотнение теплоизоляции за счет продавливания кровли не предусмотренной нагрузкой на ограждающие элементы покрытия;

– местное увлажнение теплоизоляции в результате повреждений в кровле;

– значительное увлажнение теплоизоляции вследствие несвоевременного и слабого контроля за состоянием кровли, при укладке увлажненной теплоизоляции во время строительства или капитального ремонта здания и прочих случаях, приводящих к нарушению технологических режимов хранения продукции или необходимости интенсификации работы холодильных установок.

6.1.4. Правила эксплуатации теплоизоляционных стен

При осмотрах стен охлаждаемых зданий устанавливают: наличие видимых трещин на поверхности стен, выпучивания, сколов и отслоений штукатурных слоев; наличие наледей, часто возникающих со стороны камер в стыке наружных стен с покрытием или перекрытием из-за неплотностей и перерывов в паро-, газо- и теплоизоляции; местное увлажнение наружной конструктивной части стены, возникающее из-за неплотностей, разрывов и нарушения целостности и непрерывности в паро-, газо- и теплоизоляции или из-за повреждения кровельного ковра; увлажнение внешней конструктивной части стен в местах расположения внутренних элементов каркасов, четко видимое в зимнее время при оттепелях и указывающее на нарушение изоляционных свойств конструкции; образование плотного слоя инея и наледей за ограждающей конструкцией со стороны коридоров и вестибюлей вследствие попадания наружного теплого воздуха и т. п.

При выявлении в конструктивных частях стен трещин немедленно устанавливаются по концам трещин и через 1000–1500 мм поперек их длины маяки (пластинки размером 30 × 80 × 8 мм) из раствора строительного гипса и проводится тщательное наблюдение

за этими трещинами до выявления причин их возникновения и устранения деформаций.

Необходимо поддерживать отмостку вокруг здания в исправном состоянии с уклоном от стен. Щели между отмосткой и стенами здания должны быть расчищены и заделаны горячим битумом, цементным раствором, асфальтом, смолой и т. п.

Нельзя допускать складирования материалов и мусора, а также разбивку газонов непосредственно у края отмостки здания; слива отработанной воды и выброса пара у стен служебных отапливаемых помещений охлаждаемых зданий; нарушения целостности и непрерывности паро-, газо- и теплоизоляции стен, перегородок охлаждаемых зданий, повреждений их конструктивных элементов.

Для уточнения фактической теплопередачи один раз в шесть лет или без ограничения срока сразу, когда визуально установлено увлажнение теплоизоляции, производят определение фактических тепловых потоков тепломерами или отбор проб теплоизоляции в следующем порядке:

- выбирают места отбора проб изоляции из вертикальных теплоизолированных конструкций таким образом, чтобы получить возможно полное представление о состоянии изоляции как по сторонам света, так и по высоте здания. Согласие на место отбора проб дает лицо, ответственное за эксплуатацию здания;

- в намеченных местах размером под шлямбур снимают штукатурку, измеряют ее толщину, кусачками удаляют проволочную сетку;

- отбор проб производят послойно с фиксацией каждый раз со стороны камеры глубины взятия пробы от поверхности;

- проверяют наличие и вид паро- или газоизоляции на внутренней поверхности конструктивного элемента стены или выравнивающего слоя штукатурки;

- после отбора проб изоляции отверстие тщательно заделывают заранее подготовленным теплоизоляционным материалом, который уплотняют и затем оштукатуривают.

При осмотрах теплоизоляционных дверей в стенах охлаждаемых зданий обращают внимание:

- на сохранность и герметичность обшивки;

- плотность прилегания дверей к коробкам и полу, наличие зазоров по периметру и т. п.;

- газопроницаемость для дверей и проемов камер с регулируемой газовой средой;

- состояние навесов, запоров, приспособлений для открывания дверей из камер и т. п.

Проверкой состояния теплоограждающих и конструктивных свойств стеновых и кровельных панелей типа «Сэндвич» устанавливают:

- целостность металлической наружной и внутренней облицовок (визуально);

- степень увлажнения теплоизоляции;

- целостность и герметичность заделки стыков панелей, сохранность и состояние паро-, теплоизоляции в этих местах.

По всем замеченным дефектам принимают меры по их устранению, вплоть до замены отдельных некачественных панелей.

6.1.5. Правила эксплуатации ограждающих элементов покрытий и перекрытий

При проведении осмотров необходимо обращать внимание:

- на сохранность горизонтальности поверхности полов, отсутствие вмятин, выбоин, наличие и состояние деформационных швов;

- плотность примыкания пола к внутренней поверхности стен, колонн;

- плотность приклеивания теплоизоляции фартуков к конструктивным элементам покрытия или перекрытия, сплошность слоев теплоизоляции этих фартуков;

- отсутствие последствий увлажнения: сталактитов, сталагмитов, снеговой «шубы» на элементах покрытий и перекрытий;

- отсутствие капли на потолках коридоров и вестибюлей и скопление воды на полу из-за попадания наружного теплого воздуха или оттайки снеговой «шубы».

Для определения фактической теплопередачи и установления эксплуатационного состояния ограждающих элементов покрытий и перекрытий производят определение фактических тепловых потоков один раз в шесть лет или сразу после установления увлажнения теплоизоляции тепломерами или вскрытием ограждающих элементов и отбор проб теплоизоляции.

Последовательность отбора проб:

- отбор проб теплоизоляционного материала в перекрытиях производят, как правило, в центре «конверта», между колоннами;
- в намеченном месте в конструкции пола вырубают отверстие размером 150 × 150 мм до слоя теплоизоляции, измеряют толщину конструкции пола и слоя гидроизоляции;
- отбор проб теплоизоляции производят до верхней (теплоизоляция сверху) или нижней (если теплоизоляция подклеена снизу) поверхности железобетонной плиты перекрытия;
- после отбора проб отверстие тщательно заделывают заранее подготовленным теплоизоляционным материалом.

6.1.6. Правила эксплуатации систем обогрева грунта

Системы обогрева грунта должны быть выполнены в соответствии с проектом под квалифицированным наблюдением заказчика и подрядчика. В процессе монтажа и приемки в эксплуатацию производят испытания с измерением необходимых параметров работы системы.

Введение системы обогрева в эксплуатацию обязательно осуществляется одновременно с вводом в действие установок охлаждения помещений здания, эксплуатируются они непрерывно.

На щитках автоматизированного управления и контроля работы систем обогрева грунта вывешивается краткая инструкция по эксплуатации, утвержденная главным инженером предприятия или организации. Инструкция должна содержать: проектные температурные режимы в охлаждаемых камерах; правила пуска и остановки систем; исполнительную схему и маркировку, соответственно шин, электрокабелей, воздушных каналов, трубопроводов; схему расстановки контрольно-измерительных приборов в системе; журнал эксплуатации системы обогрева грунта; перечень лиц, допущенных к эксплуатации системы обогрева и ведению журнала эксплуатации.

Система обогрева грунта не реже двух раз в год (весенний и осенний осмотры) подвергается тщательной проверке, результаты которой оформляются актом. Проверяются порядок организации обслуживания системы обогрева, ведение журнала эксплуатации, подготовленность технического персонала к эксплуатации, состояние приборов контроля и управления системой обогрева, сроки их го-

сударственной поверки. Затем проводятся контрольные измерения по этим приборам и анализ их показаний. Контроль регулирующих датчиков температуры возможен, например, с помощью тарировочного переносного прибора ПИТ-2 и др.

Первичным сигналом неблагополучного состояния системы в основном является отклонение значений температуры обогреваемого грунта от проектных. Поэтому должен быть обеспечен непрерывный контроль за температурой грунта.

При понижении температуры обогреваемого грунта при электрообогреве, обогреве за счет теплоты конденсации рабочего тела или температуры воздуха на выхлопе ниже допускаемой (275–276 К) производится внеочередная проверка работы систем обогрева для обнаружения и устранения дефектов.

При выполнении и эксплуатации систем электрообогрева грунта должна быть обеспечена сохранность высококачественной оклеечной гидроизоляции под железобетонной плитой с электронагревателями.

При выполнении систем обогрева грунта за счет теплоты конденсации рабочих тел либо циркуляции подогретого масла или растворов незамерзающих жидкостей должны быть обеспечены высококачественная защита трубопроводов от коррозии и плотность их соединения.

В целях установления фактической теплопередачи покрытия с обогревом по грунту и выявления эксплуатационного состояния элементов этого покрытия один раз в 12 лет или без ограничения срока при обоснованном установлении неудовлетворительного состояния этого покрытия производится определение фактических тепловых потоков неразрушающими методами или вскрытие его с отбором проб теплоизоляции в последовательности, указанной в подразд. 6.1.5.

При осмотре проветриваемого подполья необходимо обращать внимание:

- на сохранность решетчатых ограждений подполья; чистоту и свободу всех решеток от посторонних предметов как в пределах подполья, так и не менее чем в 1500 мм от наружных стен здания;
- отсутствие вспучиваний поверхности грунта под всей площадью подполья;

– отсутствие сильного увлажнения, снеговой «шубы» и наледей на поверхности колонн в пределах высоты подполья и т. п.

Должно быть исключено влияние на грунтовые основания охлаждаемых зданий изменений уровня грунтовых вод вследствие утечек в грунт производственных, водопроводных, сточных вод, атмосферных осадков и т. п.

6.1.7. Правила эксплуатации несущих конструктивных элементов каркаса зданий

В комплекте технической документации на охлаждаемое здание должны находиться проектные схемы загрузки покрытий и перекрытий всеми видами нагрузки. На хорошо просматриваемых элементах здания должны быть сделаны и постоянно сохраняться надписи о величинах допустимых нагрузок, превышение которых не допускается.

Не допускается повреждение конструкций здания без квалифицированной оценки и расчета.

При наблюдении за сохранностью конструктивных элементов охлаждаемых зданий необходимо:

- следить за правильностью их положения в комплексе всех элементов;

- организовать постоянное наблюдение за состоянием металлоконструкций и защитного слоя в железобетонных конструктивных элементах, принимать меры по его сохранности;

- в случае появления трещин в любых конструктивных элементах здания или их сопряжениях (стыках) немедленно установить на эти трещины гипсобетонные или им подобные маяки и проводить тщательное наблюдение за поведением трещин и конструкций в целом;

- постоянно следить за состоянием антикоррозионной защиты металлических конструкций, за состоянием швов и соединений этих конструкций;

- уделять особое внимание конструкциям, подверженным динамическим нагрузкам, знакопеременным температурным воздействиям, воздействиям различных агрессивных сред и т. п.

6.1.8. Наблюдение за плановыми и высотными смещениями конструкций охлаждаемых зданий

Наблюдения за плановыми и высотными смещениями конструкций охлаждаемых зданий проводят в целях выявления осадок, сдвигов, смещений, кренов зданий или их элементов. Наблюдения проводят регулярно один раз в три года или же сразу при возникновении видимых плановых и высотных перемещений или смещений конструкций от пучения грунта, осадок или сдвигов его от различных непредвиденных воздействий или изменений условий эксплуатации здания, при возникновении трещин, раскрытий швов, перекосов конструкций и т. п.

Наблюдения за смещениями конструкций проводят в основном геодезическими методами. При определении плановых смещений и кренов используются теодолиты, оптический квадрант. Высотные смещения элементов конструкций фиксируются нивелировкой с использованием нивелиров.

Для геодезических наблюдений разбивают опорную и наблюдательную реперные сети на участке предприятия, привязываемые к государственной опорной сети, сведения о которой имеются в местной геодезической службе. Создают реперную измерительную сеть на основе геодезических знаков: реперов – знаков государственных или реперных, высотное положение которых практически неизменно на все время измерения перемещений; марок – металлических знаков, жестко укрепленных (заделанных) в конструкциях здания и меняющих свое положение совместно с ними вследствие их подъема, осадки, крена, сдвига и т. п.; опорных знаков, практически неподвижных в горизонтальной плоскости и используемых для определения горизонтальных смещений конструкций зданий; ориентирных знаков, служащих для обеспечения исходного направления при измерении сдвига или кренов конструкций зданий.

6.1.9. Противопожарная профилактика

При осуществлении весеннего и осеннего осмотров элементов здания и инженерного оборудования обращают внимание:

- на наличие в установленных местах комплектного противопожарного инвентаря и оборудования;

- состояние основных пожарных лестниц, наличие свободного подхода к ним, чистоту, степень увлажнения или обледенения поверхности площадок, ступеней, проходов и т. п.;

- наличие посторонних предметов, оборудования, различных материалов в проходах и чердачных помещениях;

- наличие свободного прохода с лестниц в чердачные помещения и на кровлю здания;

- целостность конструкций «слуховых» окон и их остекления.

Противопожарное состояние здания отражается в актах осмотров.

Необходимо принимать меры для исключения возгорания теплоизоляции и других элементов здания при монтаже или демонтаже внутрикамерного и подобного оборудования с использованием сварки.

При обогреве камер для проведения ремонтных и подобных работ применяют нагреватели, исключающие возможность возгорания теплоизоляции и других элементов здания.

Работы проводятся под руководством и постоянным наблюдением ответственного лица, назначаемого руководством предприятия. Это лицо после окончания работ производит тщательный осмотр элементов здания.

6.2. Особенности ремонтных работ

Ремонт охлаждаемого здания – это комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств как здания в целом, так и отдельных его элементов, конструкций, частей.

Необходимость ремонта и его категория устанавливаются на основании:

- сроков периодичности ремонта здания, его частей и элементов;

- обобщенных результатов наблюдений, обследований и осмотров здания за межремонтный период.

Для охлаждаемых зданий устанавливается два вида ремонта – текущий и капитальный. Вид ремонта определяется по единой классификации.

При разработке проектных решений и проведении ремонтных работ охлаждаемых зданий учитываются следующие особенности:

- ремонтные работы в отдельных камерах производятся при отключенной в ней системе охлаждения и создании положительной температуры;

- во всех случаях замены теплоизоляции (частичной или полной) в ограждающих конструкциях предусматривается и выполняется оклеечная пароизоляция при строгом обеспечении ее непрерывности;

- при усилении теплоизоляции стен со стороны камер охлаждаемых зданий добавочный теплоизоляционный материал принимается с большим коэффициентом паропроницания;

- при производстве теплоизоляционных работ выполняется сплошной клеевой слой только по пароизоляции, остальные (между слоями теплоизоляции) – прерывистые, в виде клеевых полос или точек;

- при усилении теплоизоляции покрытия сверху существующей кровельный ковер снимается полностью или частично полосами шириной 150–200 мм через каждые 800 мм;

- решение о полной замене теплоизоляции вследствие увлажнения принимается после подсчета экономической эффективности этой меры;

- при локальных увеличениях объемной влажности теплоизоляционного материала более чем на 20 % его заменяют в этих местах независимо от срока службы.

При усилении теплоизоляции путем нанесения ее по наружной поверхности конструкции стен должна быть обеспечена безопасность производства работ, очистка наружных поверхностей стен, качественная наклейка или напыление теплоизоляции, защита теплоизоляции от увлажнения с наружной стороны, от механических повреждений и т. п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Малышев В.П., Мамченко В.О., Радченко Е.А.** Здания холодильников и пищевых производств. – СПб.: Агрохолод, 1993. – 257 с.
2. **Малышев В.П., Мамченко В.О., Эглит А.Я.** Руководство по эксплуатации охлаждаемых зданий. – Л.: ЛТИХП, 1991. – 43 с.
3. СНиП 2.01.02–85 (1991). Противопожарные нормы (частично отменен с вводом СНиП 21-01–97).
4. СНиП 2.01.07–85 (с изм. от 01.1993). Нагрузки и воздействия.
5. СНиП 2.02.01–83 (1995). Основания зданий и сооружений.
6. СНиП 2.09.02–85 (1991, с изм. от 03.1994). Производственные здания.
7. СНиП 2.09.04–87 (2000). Административные и бытовые здания.
8. СНиП 2.11.02–87 (с изм. от 01.2000). Холодильники.
9. СНиП 23-01–99. Строительная климатология (взамен СНиП 2.01.01–82).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ	6
1.1. Классификация зданий.....	6
1.2. Общая характеристика современных производственных зданий	7
2. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	11
2.1. Фундаменты производственных зданий	11
2.2. Основные элементы каркасов зданий	25
2.3. Принципы расчета несущих элементов каркаса здания.....	30
2.4. Покрытия и кровли.....	35
2.5. Стены и перегородки	36
2.6. Полы производственных зданий.....	43
2.7. Лестницы и лифты.....	43
2.8. Окна, фонари, двери, ворота и рабочие площадки	44
3. СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	49
3.1. Физико-технические свойства строительных материалов.....	49
3.2. Естественные строительные материалы	50
3.3. Искусственные строительные материалы.....	51
4. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ХОЛОДИЛЬНИКОВ	58
4.1. Классификация холодильных предприятий	58
4.2. Принципы проектирования холодильных предприятий.....	60
5. ПОВРЕЖДЕНИЯ И ДЕФЕКТЫ ЗДАНИЙ ХОЛОДИЛЬНИКОВ И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ	80
5.1. Классификация повреждений.....	80
5.2. Характерные дефекты зданий холодильников и пищевых производств.....	80
6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОХЛАЖДАЕМЫХ ЗДАНИЙ	84
6.1. Наблюдения за сохранностью охлаждаемых зданий в период эксплуатации.....	84
6.2. Особенности ремонтных работ	94

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ЕДИНИЦАМИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ПОДЛЕЖАЩИМИ ИЗЪЯТИЮ, С ЕДИНИЦАМИ СИ

Величина	Единица наименование	обозначение	Соотношение с единицей СИ, а также с допускаемой к применению еди- ницей, не входящей в СИ
Теплопроводч- ность	килокалория на метр-час-градус Цельсия	ккал.(м ² · ч · °С)	1,163 Вт/(м · °С)
Сопротивление теплопередаче	квадратный метр- час-градус Цель- сия на килокало- рию	м ² · ч · °С/ккал	0,86 м ² · °С/Вт
Сопротивление паропроница- нию	квадратный метр- час-миллиметр ртутного столба на грамм	м ² · ч · мм рт.ст/г 0,133322 м ² · ч · Па/мг	133,322 м ² · ч · Па/г

Мамченко Валерий Олегович
Норина Наталья Владимировна
Радченко Евгений Александрович

ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ ХОЛОДИЛЬНИКОВ И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебное пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Редактор
Е.О. Трусова

Корректор
Н.И. Михайлова

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

Подписано в печать 17.08.2009. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 5,35. Печ. л. 5,75. Уч.-изд. л. 5,5
Тираж 300 экз. Заказ № С 39

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИИК СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9