

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

**Исаев Х.М., Купреенко, А.И.  
Михайличенко С.М., Исаев С.Х.**

**Основы инженерного  
строительства  
перерабатывающих предприятий**

**Учебное пособие**

**для студентов по направлению подготовки 35.03.06  
Агроинженерия; направленность Технологическое оборудование  
для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции,  
очной и заочной формы обучения**

Брянская область, 2021

УДК 69:664 (076)

ББК 38:34.7

О 75

Основы инженерного строительства перерабатывающих предприятий: учебное пособие для студентов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия; направленность Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, очной и заочной формы обучения / Х. М. Исаев, А. И. Купреенко, С. М. Михайличенко, С. Х. Исаев. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 114 с.

В соответствии с федеральным стандартом дисциплина «Основы инженерного строительства перерабатывающих предприятий» освещены вопросы проектирования промышленных зданий пищевых производств – принципы формирования их объемно-планировочных и конструктивных решений. Рассмотрены вопросы отопления, водоснабжения, вентиляции и канализации.

Рецензент:

А.И. Куличенко – к.т.н., доцент кафедры Технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств.

*Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол №3 от 25 октября 2021 года.*

© Брянский ГАУ, 2021

© Исаев Х.М., 2021

© Купреенко А.И., 2021

© Михайличенко С.М., 2021

© Исаев С.Х., 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ.....	7
1.1. Назначение и классификация.....	7
1.2. Требования, предъявляемые к промышленным зданиям.....	11
1.3. Унификация и типизация зданий.....	15
1.4. Несущие элементы промышленных зданий.....	17
1.5. Ограждающие элементы промышленных зданий.....	32
1.6. Дополнительные конструктивные элементы зданий.....	36
2. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ.....	44
2.1. Подсобные и вспомогательные помещения.....	62
2.1.1. Подсобные помещения.....	62
2.1.2. Вспомогательные помещения.....	64
3. ОТОПЛЕНИЕ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ.....	66
3.1. Система отопления.....	66
3.2. Основные конструктивные элементы системы отопления.....	66
3.3. Классификация систем отопления.....	68
3.4. Водяное отопление.....	71
3.4.1. Теплоснабжение системы водяного отопления.....	71
3.5. Выбор основной схемы отопления здания.....	75
3.6. Электрическое отопление.....	76
3.7. Электрические отопительные приборы.....	78
3.8. Технические показатели систем отопления.....	79
3.9. Условия выбора системы отопления.....	88
4. ВЕНТИЛЯЦИЯ И АСПИРАЦИЯ.....	91
5. ВОДОПРОВОД И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ.....	94
5.1. Общие сведения.....	94
5.1.1. Основы проектирования внутренних систем водопровода.....	94

5.1.2. Источники и качество воды.....	95
5.2. Системы и схемы водопровода.....	98
5.2.1. Характеристика систем водопровода различных зданий и сооружений.....	98
5.2.2. Противопожарные системы водопровода.....	101
5.3. Внутренние системы горячего водоснабжения.....	102
5.3.1. Классификация систем.....	102
5.3.2. Требования, предъявляемые к воде.....	105
5.3.3. Температуры и нормы расхода горячей воды.....	105
6. КАНАЛИЗАЦИЯ.....	108
6.1. Общие сведения.....	108
6.1.1. Основные требования санитарных норм технологии и благоустройства.....	108
6.1.2. Объемно-планировочные требования.....	109
6.2. Системы канализации.....	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	113

## **ВВЕДЕНИЕ**

В целях наиболее полного удовлетворения потребности населения в пищевых продуктах высокого качества необходимо использовать прогрессивные технологии производства изделий, комплексно-механизированные и автоматические линии, а также создавать технологическое оборудование для производств малой мощности, совершенствовать структуру ассортимента изделий.

Строительство новых, расширение, техническое перевооружение и реконструкция действующих предприятий – одна из важнейших задач развития перерабатывающей промышленности.

Проектирование нового строительства, расширение, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений осуществляются на основании решений, принятых в утвержденных технико-экономических обоснованиях (ТЭО) или технико-экономических расчетах (ТЭР) строительства. При проектировании предприятий, зданий и сооружений производственного назначения учитывают решения, принятые в схемах и проектах районной планировки, в генеральных планах городов и сельских населенных пунктах.

Проектные и изыскательские организации при проектировании предприятий, зданий и сооружений должны обеспечивать: реализацию достижений науки, техники, передового и зарубежного опыта; высокую эффективность капитальных вложений; рациональное использование земель, охрану окружающей природной среды, а также сейсмостойкость, взрыво- и пожаробезопасность объектов; комплексное использование сырья и материалов; рациональное использование природных ресурсов и экономическое расходование материальных и топливно-энергетических ресурсов; требуемый уровень автоматизации систем управления предприятиями.

Важнейшими направлениями в проектировании должны быть типизация проектных решений на базе унификаций архитектурно-планировочных, конструктивных и технологических узлов, конструкций и изделий, а также широкое применение типовых проектов.

# 1. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

## 1.1. Назначение и классификация

Промышленные предприятия классифицируются по отраслям производства. Отрасль производства является составной частью отрасли народного хозяйства, к которой относятся промышленность, сельское хозяйство, транспорт, строительство и т.д.

Промышленные здания независимо от отрасли промышленности разделяются на четыре основные группы: производственные, энергетические, здания транспортно-складского хозяйства и вспомогательные здания или помещения.

К *производственным* относятся здания, в которых размещены цехи, выпускающие готовую продукцию или полуфабрикаты. Это могут быть цехи по производству хлеба, макаронных и кондитерских изделий, колбасные, а также вспомогательные производства, например ремонтные.

К *энергетическим* относятся здания ТЭЦ (теплоцентралей), снабжающих промышленные предприятия электроэнергией и теплом, котельные, электрические и трансформаторные подстанции, компрессорные станции и т.д.

Здания *транспортно-складского хозяйства* включают гаражи, стоянки напольного транспорта, склады готовой продукции, полуфабрикатов и сырья, пожарные депо и т.п.

К *вспомогательным* относятся здания для размещения административно-конторских помещений, помещений общественных организаций, бытовых помещений и устройств (душевые, гардеробные), пунктов питания и медицинской помощи.

Вспомогательные помещения могут располагаться в производственных зданиях.

Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий зависят от их назначения, характера размещения в них технологических процессов и отличаются значительным разнообразием.

Здания можно классифицировать по следующим признакам:

**1. По числу пролетов** – однопролетные и многопролетные одноэтажные промышленные здания.

Однопролетные здания целесообразны для небольших производственных, энергетических или складских зданий (рис. 1).

Многопролетные – наиболее распространенный тип одноэтажных промышленных зданий; они характерны для зданий с большой шириной и высотой пролетов, без внутренних открытых дворов.

**2. По числу этажей** – одноэтажные и многоэтажные.

Одноэтажные здания имеют определенные преимущества. В них лучше условия для размещения оборудования, организации производственных потоков. В любом месте здания может быть установлено технологическое оборудование любой массы, поскольку оно устанавливается непосредственно на грунт.

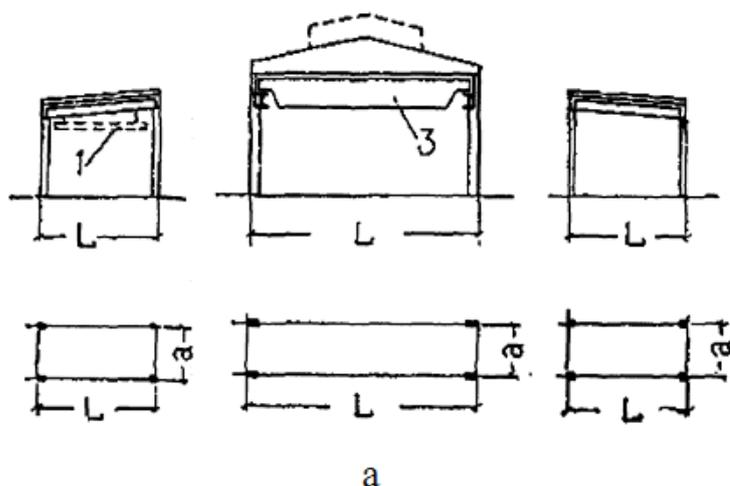


Рис. 1. Виды одноэтажных промышленных зданий:

*а* – однопролетные; *б* – многопролетные; 1 – подвесной кран; 2 – фонарь; 3 – опорный кран

Многоэтажные здания используются для размещения в них производств легкой, пищевой промышленности, приборостроения, полиграфической промышленности и др.

Многоэтажные здания также целесообразны в случаях, когда технологический процесс организован по вертикальной схеме и материалы могут перемещаться за счет собственного веса (склады пшеницы, муки, других сыпучих).

Промышленные здания могут состоять из одноэтажных частей разной высоты или из многоэтажной и одноэтажной частей. Такие здания называют **зданиями «смешанной этажности»**.

**3. По наличию подъемно-транспортного оборудования** - бескрановые и крановые (с мостовыми кранами или подвесным транспортом).

Все промышленные здания, как правило, снабжаются подъемно-транспортным оборудованием для перемещения готовой продукции, изделий, сырья.

**4. По конструктивным схемам покрытий** – каркасные плоскостные (с покрытием по фермам, рамам, аркам), каркасные пространственные (с покрытиями-оболочками одинарной и двойкой кривизны, складками), висячие различных типов, пневматические, в том числе воздухоопорные и воздуhonесущие (рис. 2).

**5. По материалу несущих конструкций** – с железобетонным каркасом (сборным, монолитным, сборно-монолитным); стальным каркасом; кирпичными несущими стенами; покрытием по железобетонным, металлическим или деревянным конструкциям.

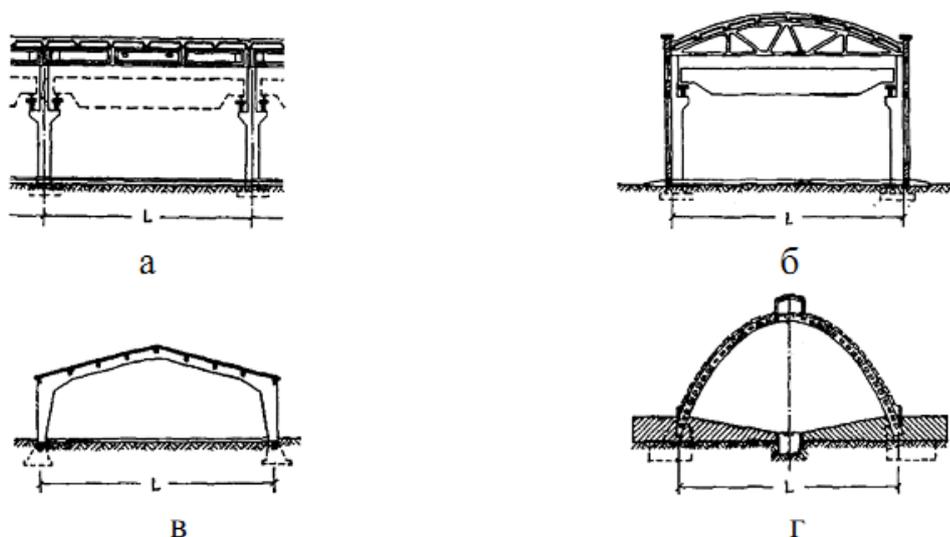
**6. По системе отопления** – неотапливаемые и отапливаемые.

**7. По системе вентиляции** – с естественной вентиляцией (аэрацией) через специальные проемы; с искусственной приточно-вытяжной и смешанной вентиляцией.

**8. По системам освещения** – с естественным, искусственным и смешанным освещением.

**9. По профилю покрытия** – с фонарными надстройками или без фонарных настроек.

## Плоскостные схемы покрытий



## Пространственные схемы покрытий

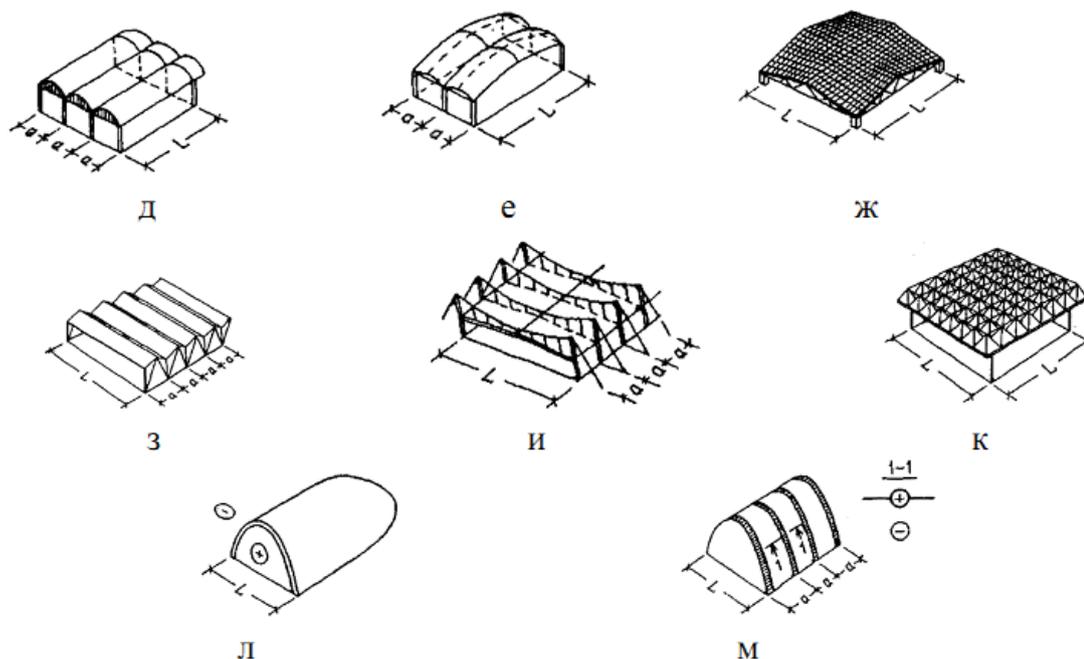


Рис. 2. Конструктивные схемы покрытий каркасных промышленных зданий:

*а* – по балкам; *б* – по фермам; *в* – по рамам; *г* – по аркам; *д* – оболочки одинарной кривизны; *е* – оболочки двойкой кривизны; *ж* – оболочки двойкой кривизны в виде гиперболического параболоида; *з* – складки; *и* – висячее вантовое; *к* – перекрестное; *л* – пневматическое воздухотворное; *м* – пневматическое воздуонесущее

**10. Специальные виды зданий**, например, навесы, здания с высокой степенью радиации, для взрывоопасных производств и т.д.

Кроме промышленных зданий в составе предприятий могут быть сооружения (эстакады для кранов, наклонные галереи, опоры для линий электропередач, фундаменты под оборудование, этажерки, емкости, бункеры, градирни, водонапорные башни).

В настоящее время различные цехи и отделения одного производства, как правило, размещаются в одном здании - «блоке», т.е. **здания сплошной застройки**.

Блокирование дает определенные преимущества: сокращает территорию предприятий, сокращает протяженность коммуникаций, площади ограждающих конструкций.

## **1.2. Требования, предъявляемые к промышленным зданиям**

При проектировании промышленных предприятий в целом или его отдельного цеха, участка, отделения составляется технологическая часть проекта и решаются все вопросы, связанные с выбором способа производства, типов оборудования, его производительности и т.п.

В эту часть входит так называемая технологическая схема, устанавливающая последовательность операций в технологическом процессе и, следовательно, последовательность расстановки оборудования и компоновки производственных помещений (рис. 3). Исходя из технологического процесса, к промышленным зданиям предъявляются следующие группы требований: технологические или функциональные; технические; архитектурно-художественные; экономические.

К **технологическим требованиям** относят требования к:

а) **пространству**, размеры которого должны быть достаточными, чтобы разместить технологическое и подъемно-транспортное оборудование и обеспечить передвижение материалов и изделий, а также технологического оборудования при его монтаже или демонтаже;

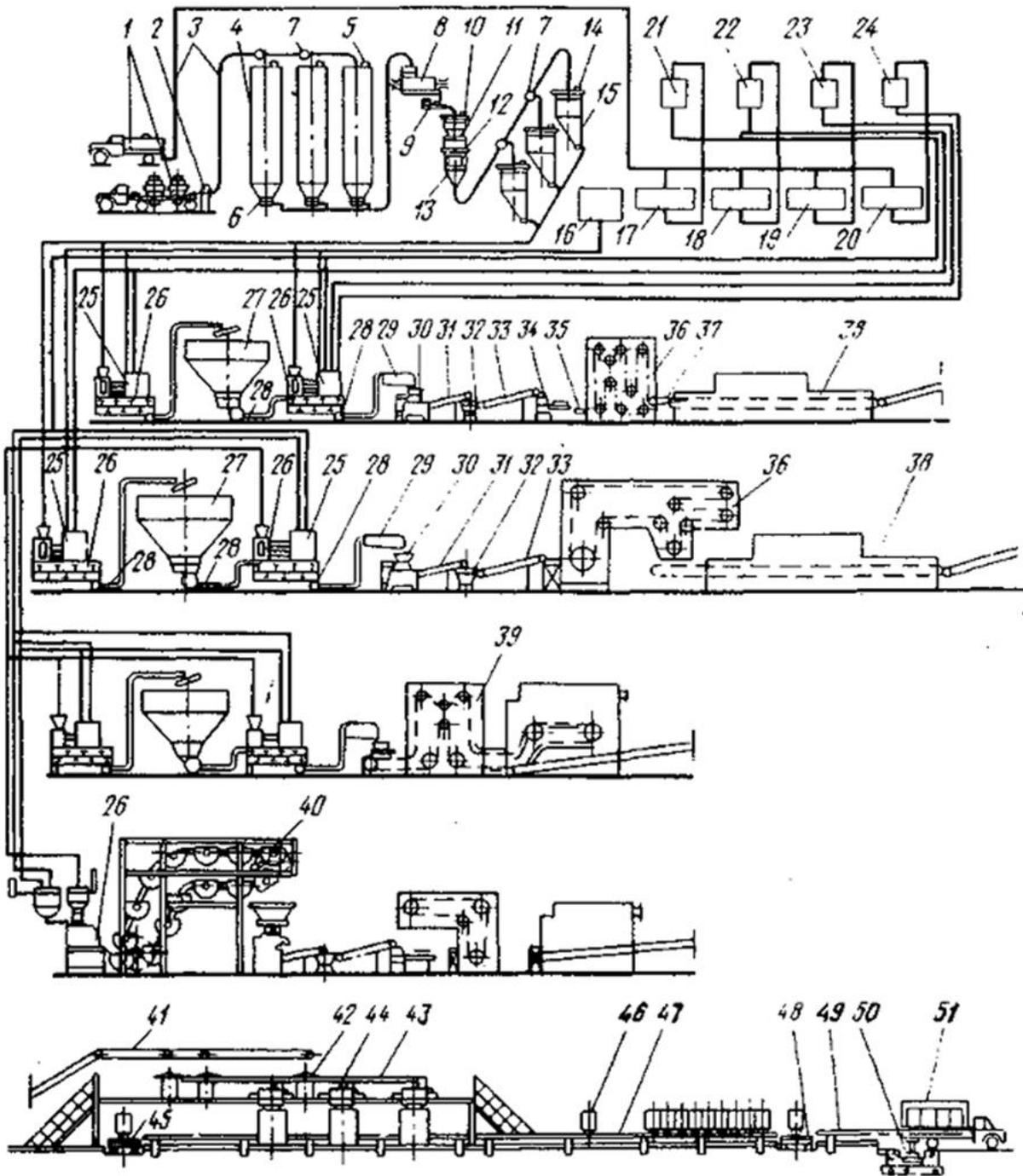


Рис. 3. Аппаратурно-технологическая схема производства хлебобулочных изделий на хлебозаводе:

1 - автомуковоз и автотранспорт для безтарной перевозки основного и дополнительного сырья; 2 - присоединительное устройство; 3 - трубопроводы; 4 - силосы для хранения муки; 5, 10, 14 - фильтры; 6 - роторный питатель; 7 - переключатели; 8 - просеиватель; 9 - питатель; 11 - навесной бункер; 12 - весы автоматические порционные; 13 - бункер под весами; 15 -

производственный бункер для муки; 16 - сборник для воды; 17, 18, 19, 20 - сборники соответственно для раствора соли, дрожжевого молока, раствора сахара, жира; 21, 22, 23, 24 - бачки постоянного уровня соответственно для раствора соли, дрожжевого молока, раствора сахара, жира; 25 - дозировочные станции; 26 - месильные машины; 27 - бункера для брожения опары; 28 - лопастные нагнетатели полуфабриката; 29 - корыто для брожения теста; 30 - тестоделители; 31, 33, 43 - ленточные конвейеры; 32 - округлители; 34 - закаточная машина; 35 - конвейер-укладчик заготовок; 36 - расстойные шкафы; 37 - пересадочный конвейер; 38 - хлебопекарные печи; 39 – расстойно-печной агрегат; 40 - цепной бродильный агрегат; 41 - конвейер для хлеба; 42 - устройство для ориентации хлеба; 44 - хлебоукладочный агрегат; 45 - загрузочная тележка; 46 - контейнер; 47 - накопитель загруженных контейнеров; 48 - комплектующая тележка; 49 - загрузочный конвейер; 50 - механизм стыковки автомобиля; 51 – автохлебовоз

б) *рабочему пространству* для людей, занятых на производстве, и к пространству для передвижения людей в помещениях (проходы). Общее пространство здания должно быть по СНиП не менее 15 м<sup>3</sup>, а площадь – не менее 4,5 м<sup>2</sup> на одного работающего;

в) *воздушной среде* для обеспечения здоровых условий труда человека, требуемого качества продукции и сохранности технологического оборудования, на которое могут влиять температура воздуха, его влажность, степень загрязнения вредными веществами;

г) *световому режиму* для обеспечения требуемой освещенности пространства цеха, рабочих мест и необходимого спектрального состава света;

д) *акустическому режиму* для обеспечения требуемого уровня шума и изоляции от посторонних звуков, превышающих допустимый уровень, мешающих технологическому процессу и утомляющих рабочих.

Для промышленных зданий, выделяющих вредности в окружающую среду,

установлена *санитарная классификация*, согласно которой все промышленные предприятия разделяются на 5 классов. К первому классу относятся предприятия с наиболее вредными выделениями, к пятому – с наименее вредными.

В соответствии с санитарной классификацией устанавливаются санитарно-защитные зоны вокруг предприятий, где не должно строиться никаких объектов, связанных с длительным пребыванием людей. Размеры зон: для первого класса 1000 м, для пятого – 50 м.

К *техническим требованиям* относятся:

а) требования к прочности строительных конструкций здания, зависящей от применяемых материалов и типов конструкций;

б) требования к устойчивости (жесткости) строительных конструкций; учитываются динамические нагрузки от оборудования (технологического и подъемно-транспортного);

в) требования к долговечности материалов и основных конструкций здания, зависящей от ползучести, морозостойкости, влагостойкости, коррозионной стойкости и биостойкости. Долговечность определяет срок службы здания. По долговечности здания разделяют на четыре степени со сроками службы от 20 до 100 лет и выше;

г) требования по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности разделяются на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е. От требуемой степени огнестойкости зависят выбор материалов и конструкций основных несущих и ограждающих конструкций;

д) требования к санитарно-техническому и инженерному оборудованию здания, которые предусматривают отопление, систему вентиляции или кондиционирования воздуха, водоснабжение, устройство лифтов для работающих и т.д.

### 1.3. Унификация и типизация зданий

Строительство на широкой индустриальной базе возможно и эффективно в том случае, когда здания и сооружения однотипны, а их конструктивные элементы унифицированы и имеют ограниченное число типоразмеров.

**Унификация** – приведение к единообразию размеров объемно-планировочных параметров зданий и их конструктивных элементов, изготавливаемых на заводах. Унификация имеет целью ограничение числа объемно-планировочных параметров и количество типоразмеров изделий (по форме и конструкции); осуществляется она путем отбора наиболее совершенных решений по архитектурным, техническим и экономическим требованиям.

**Типизация** – техническое направление в проектировании и строительстве, позволяющее многократно осуществлять строительство разнообразных объектов благодаря применению унифицированных объемно-планировочных и конструктивных решений, доведенных до стадии утверждения типовых проектов и конструкций.

Типовые конструкции и детали хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации и включены в каталоги типовых изделий. Они обязательны для применения.

Помимо изыскания оптимальных объемно-планировочных (пролет, шаг и высота) и конструктивных (сортамент строительных изделий) параметров унификация и типизация должны устанавливать градации функциональных параметров: долговечности отдельных конструкций и здания в целом, температур-но-влажностных и технологических размеров режимов.

Основными задачами унификации и типизации являются:

- уменьшение числа типов промышленных зданий и сооружений и создание условий для их широкого блокирования;
- сокращение числа типоразмеров сборных конструкций и деталей с целью повышения серийности и снижения стойкости их заводского изготовления;

- рациональное членение конструкций на монтажные единицы и разработка приемов их сопряжения и крепления;

- создание лучших условий для использования прогрессивных технических решений.

Унификация и типизация объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений возможна на основе единой модульной системы, позволяющей взаимоувязывать размеры зданий и их элементов.

В модульной системе обязателен принцип кратности всех размеров некоторой общей величине, называемой *модулем*.

За основной модуль принят модуль М100 мм. При назначении размеров объемно-планировочных компонентов рекомендуется принимать следующие укрупненные модули:

- в одноэтажных зданиях для ширины пролетов и шага колонн – 60М, для высоты от чистого пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре – 6М и 12М;

- в многоэтажных зданиях для ширины пролетов – 30М (по ширине от 6 до 12 м) и 60М (при пролетах более 12 м), для шага колонн – 60М, для высоты этажей – 6М и 12М.

Ширина пролетов при отсутствии мостовых кранов – 12, 18, 24, 30 и 36 м. При технологической необходимости ширину пролетов можно назначать более 36 м, но кратно 6М.

Шаг колонн в крайних рядах – 6 м, допускается 12 м, в средних рядах – 6 и 12 м.

Использование унифицированных объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий требует соблюдение единых правил привязки конструктивных элементов к разбивочным осям. Под размером привязки понимают расстояние от разбивочной оси до грани или геометрической оси сечения конструктивного элемента.

В одноэтажных каркасных зданиях применяют привязку нулевую или в 250 мм и 500 мм. Схема привязки приведена на рисунке 4.

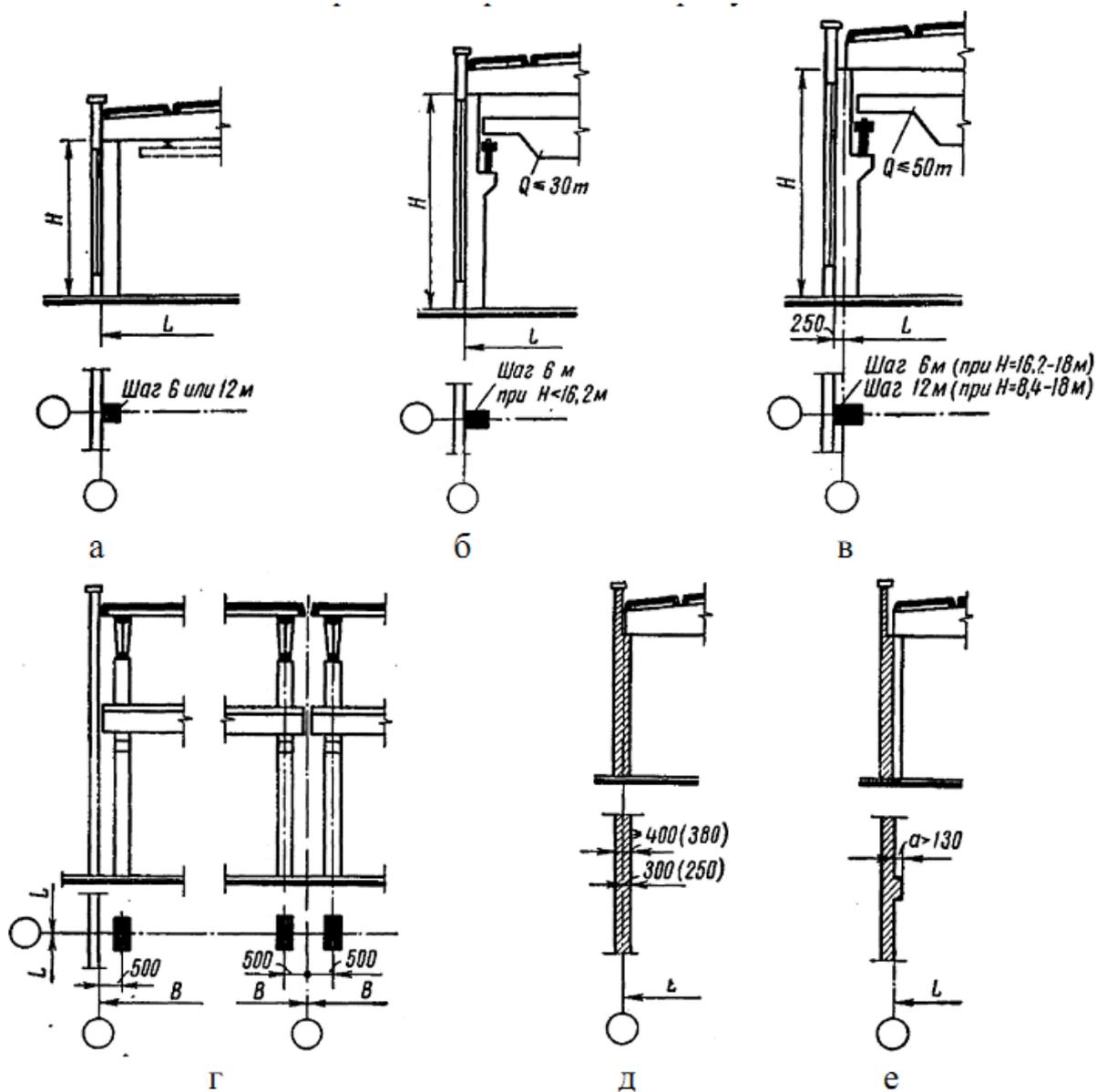


Рис. 4. Привязка колонн и стен:

*а, б, в* – к продольным разбивочным осям; *г* – к поперечным разбивочным осям; *д* – привязка несущих стен без пилястр; *е* – то же, стен с пилястрами

#### 1.4. Несущие элементы промышленных зданий

Все конструктивные элементы промышленных зданий подразделяют на *несущие* и *ограждающие*.

*Несущие элементы* воспринимают нагрузки. К ним относятся *фундаменты, колонны, балки, фермы, плиты* и др.

**Ограждающие элементы** предназначены для защиты от атмосферных осадков и обеспечения необходимого температурно-влажностного режима внутри помещений. К ограждающим конструкциям относятся *наружные и внутренние стены, верхняя часть покрытий, окна, двери, фонари, полы* и др.

При проектировании любого объекта необходимо учитывать конкретное **основание**, на котором будет размещаться здание.

## **Основания**

Различают **естественные основания** - когда используются природные грунты в условиях естественного залегания, и **искусственные** - когда грунты не обладают необходимой несущей способностью и требуют предварительного усиления.

**Естественным основанием** называется слой грунта, лежащий под подошвой фундамента и воспринимающий на себя массу здания или сооружения со всеми действующими на него внешними нагрузками.

Основания здания и сооружения проектируют по данным инженерно-геологических и гидрологических исследований грунтов. По номенклатуре грунтов, принятой в СНиП, различают следующие основные виды грунтов: скальные, крупнообломочные, песчаные и глинистые. При выборе строительной площадки, а также при реконструкции зданий и сооружений, на территории которых грунты закислованы и защелочены, обязательно определяют степень агрессивности грунтовых вод.

**Искусственное основание** устраивают различными способами: механическим уплотнением, укреплением грунта, заменой слабых грунтов более прочными или применением свайных оснований.

Несущую способность и химическую стойкость грунтов можно повысить путем силикатизации, цементации, битумизации и методом «электроосмоса».

При устройстве оснований для малоэтажных зданий применяют песчаные подушки, т.е. слой слабого грунта заменяют более прочным, состоящим из

крупного или среднезернистого песка с расчетным сопротивлением 2,0-2,5 кг/см<sup>2</sup>. Песчаную подушку укладывают слоями 15-20 см, каждый слой уплотняют трамбовкой или вибрированием с поливкой водой.

По способу опускания в грунт сваи разделяются на *забивные* и *набивные*. Забивные сваи (деревянные и железобетонные) погружают в грунт в готовом виде при помощи механических копров и вибропогружателей. Набивные сваи (бетонные, железобетонные) изготавливают непосредственно в грунте.

## Фундамент

Нижняя часть здания или сооружения, которая служит для передачи нагрузки на основание, называется **фундаментом**. Верхняя граница фундамента и границы между его отдельными уступами называются *обрезами фундамента*. Поверхность, с помощью которой фундамент опирается на грунт, называют *подошвой фундамента*. Расстояние от поверхности грунта до подошвы фундамента называют *глубиной заложения*.

Выбор конструктивного решения фундамента – одна из ответственных задач проектирования. Требования, предъявляемые к фундаментам, следующие:

1) прочность - обеспечивается правильным выбором материала фундамента и его размерами;

2) устойчивость – обеспечивается соответствующим заглублением и размерами по отношению к нагрузке на фундамент;

3) долговечность – зависит от выбора материала фундамента, который не должен подвергаться разрушению от воздействия грунтовых вод (особенно агрессивных) и должен быть достаточно морозостойким;

4) экономичность - определяется рациональным выбором конструкции и материала фундамента, а также связана с трудоемкостью;

5) индустриальность - достигается применением сборных конструкций с максимальным укрупнением элементов.

**По характеру передачи давления на основания** фундаменты промышленных зданий подразделяют на *ленточные* (укладываются в виде ленты), являющиеся продолжением несущей стены здания; *столбчатые* – в виде отдельных фундаментов или системы столбов и фундаментных балок; *сплошные*, укладываемые в виде плиты под всем зданием, и *свайные* – в виде отдельных свай.

**По способу производства работ** фундаменты разделяют на *монолитные* и *сборные*. Монолитные фундаменты выполняют из бутобетона, бетона, железобетона, а сборные изготавливают из бетона или железобетона на заводе или строительных площадках. Применение сборных фундаментов позволяет широко использовать средства механизации.

**По характеру работы** фундаменты бывают *жесткие*, работающие только на сжатие, и *гибкие*, работающие на изгиб. Для устройства жестких фундаментов применяют бутобетон и бетон, а для устройства гибких – железобетон.

Глубина заложения фундаментов зависит от глубины залегания слоев грунтов, принятых за естественное основание.

Ленточные фундаменты (рис. 5) закладывают, как правило, под сплошные несущие стены. По форме в поперечном сечении эти фундаменты бывают прямоугольными, трапецеидальными и ступенчатыми.

Наиболее распространенными ленточными фундаментами являются фундаменты из сборных бетонных и железобетонных блоков-подушек заводского изготовления, что дает ряд преимуществ: снижаются трудовые затраты, облегчаются монтажные работы в зимнее время. Такие фундаменты состоят из унифицированных фундаментных плит и стеновых прямоугольных блоков различного размера.

Отдельно стоящие фундаменты под колонны применяют двух типов: в виде одного блока и составные, собираемые из двух или более блоков.

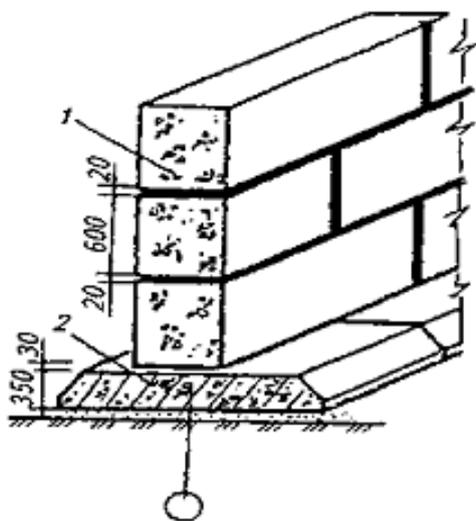


Рис. 5. Ленточные фундаменты:

1 – стеновые бетонные блоки; 2 – фундаментная железобетонная плита

Для колонн, несущих сравнительно небольшие нагрузки (80-100 т), применяют башмаки стаканного типа (рис. 6). При нагрузках на колонны более 100 т обычно применяют составные сборные фундаменты из нескольких блоков или плит либо монолитные фундаменты. Основным недостатком составных сборных фундаментов, выполненных из железобетона, является повышенный расход стали по сравнению с монолитными.

Монолитные фундаменты обычно делают ступенчатыми. В зависимости от величины действующей нагрузки фундаменты могут иметь одну, две или три ступени. Размер высоты ступени принимается от 300 до 600 мм в зависимости от размера фундамента в плане.

Фундаменты под тяжелые опоры применяют для зданий с большими пролетами и большой высотой, а также для зданий с крановыми нагрузками в 150-500 т. Свайные фундаменты (рис. 7) закладывают под колонны промышленных зданий. Они состоят из забивных или набивных свай, поверх которых укладывают ростверк или железобетонный башмак со стаканом для заделки колонн.

Железобетонные фундаментные балки (рис. 8) имеют трапециевидное или

тавровое сечение. Их размер зависит от величины шага колонн. Железобетонные фундаментные балки при шаге колонн 6 м в зависимости от размеров подколенников и способов опоры имеют длину от 5950 до 4300 мм.

Фундаменты под машины (рис. 9) выполняются следующих типов: массивные; рамные (преимущественно для турбомашин), состоящие из ряда поперечных рам, опирающихся на общую плиту и связанных сверху балками или плитой; ступенчатые, монолитные или сборные в виде ряда поперечных или двух продольных стен, связанных между собой ригелями или стенками; фундаменты в виде сплошной монолитной железобетонной или бетонной плиты.

Фундаменты под машины и оборудование кроме их массы воспринимают сотрясения и удары, вызываемые работой машин. Эти сотрясения или колебания передаются на грунт и могут вызвать неравномерную осадку фундамента, а также явиться причиной деформации и нарушения структуры грунта основания. Колебание фундамента под машинами может также обусловить колебания фундаментов близлежащих зданий.

Фундаменты под машины, установки и оборудование обычно проектируют бетонными или железобетонными; монолитными, сборно-монолитными или сборными.

В массовом промышленном строительстве применяют преимущественно конструктивную схему с полным каркасом. Она является типовой и обеспечивает экономичные решения проблем строительства одноэтажных промышленных зданий с полной унификацией сборных элементов.

Одноэтажные промышленные здания по производственной площади в общем объеме промышленного строительства занимают более 80%. Они, как правило, экономичнее многоэтажных, потому что при их возведении расход стали сокращается на 25%, а бетона на 4%, поэтому им отдается предпочтение.

Полный железобетонный каркас одноэтажного здания, как правило, состоит из заземленных внизу колонн и шарнирно связанных с ним балок,

ферм и плит покрытия. Каркасы одноэтажных промышленных зданий выполняют из сборного железобетона или стали. Имеется опыт использования полимерных и синтетических материалов.

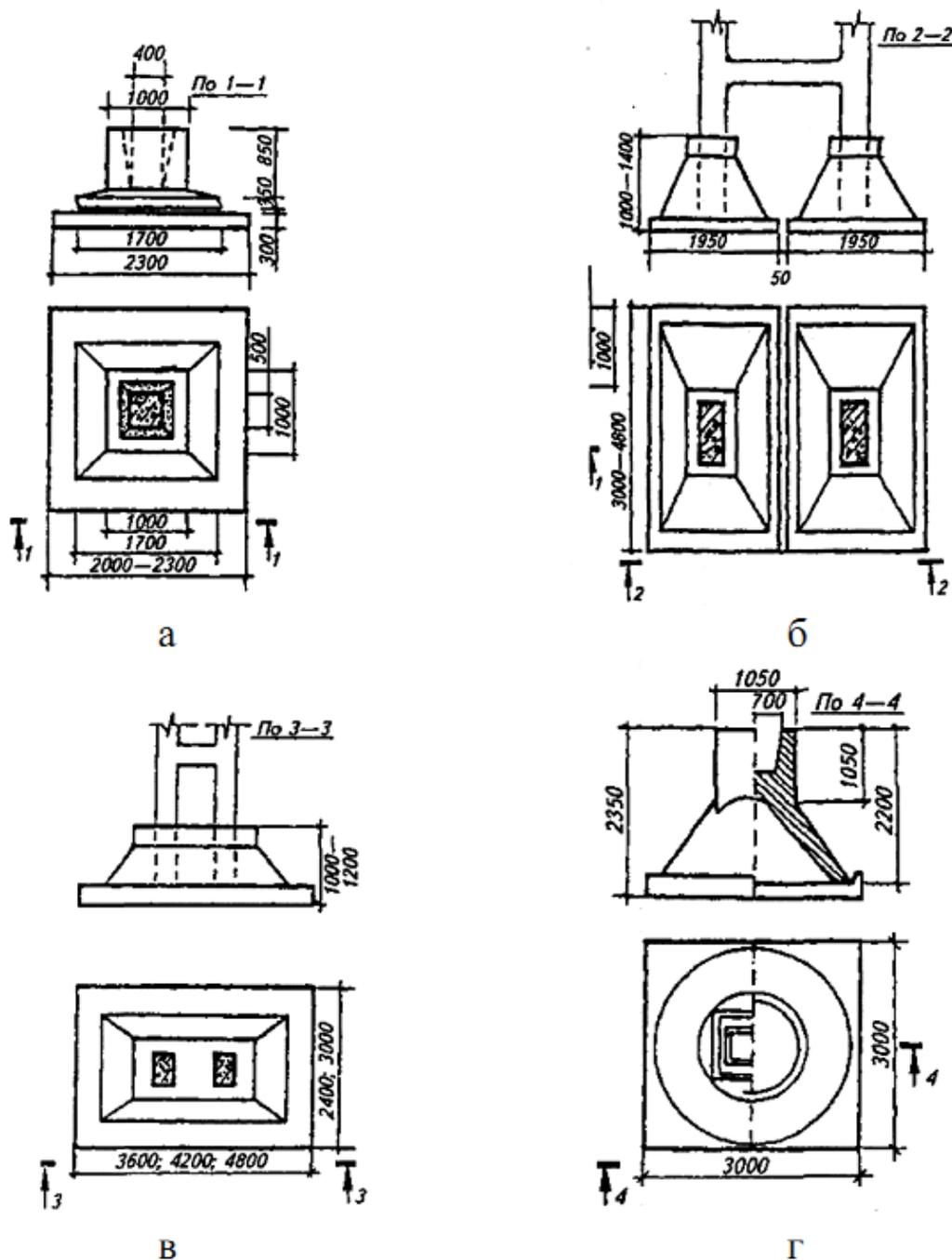


Рис. 6. Сборные железобетонные фундаменты под колонны:

*а* – стаканного типа для зданий высотой до 12 м; *б* – для двухветвевых колонн отдельно под каждую ветвь (здание большой высоты); *в* – для двухветвевых колонн – общий; *г* – облегченный тип оболочки

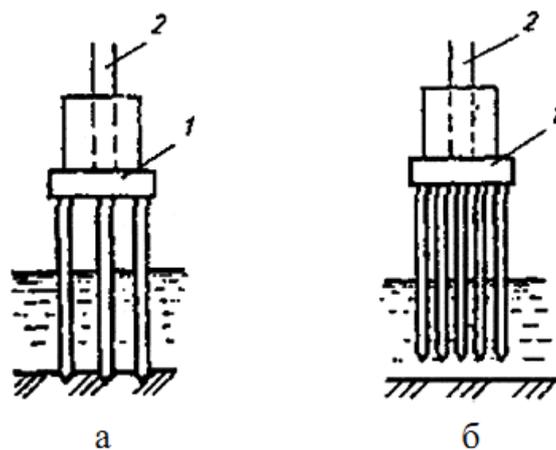


Рис. 7. Свайные фундаменты:

*а* – сваи стойки; *б* – висячие сваи: *1* – ростверк; *2* – колонна

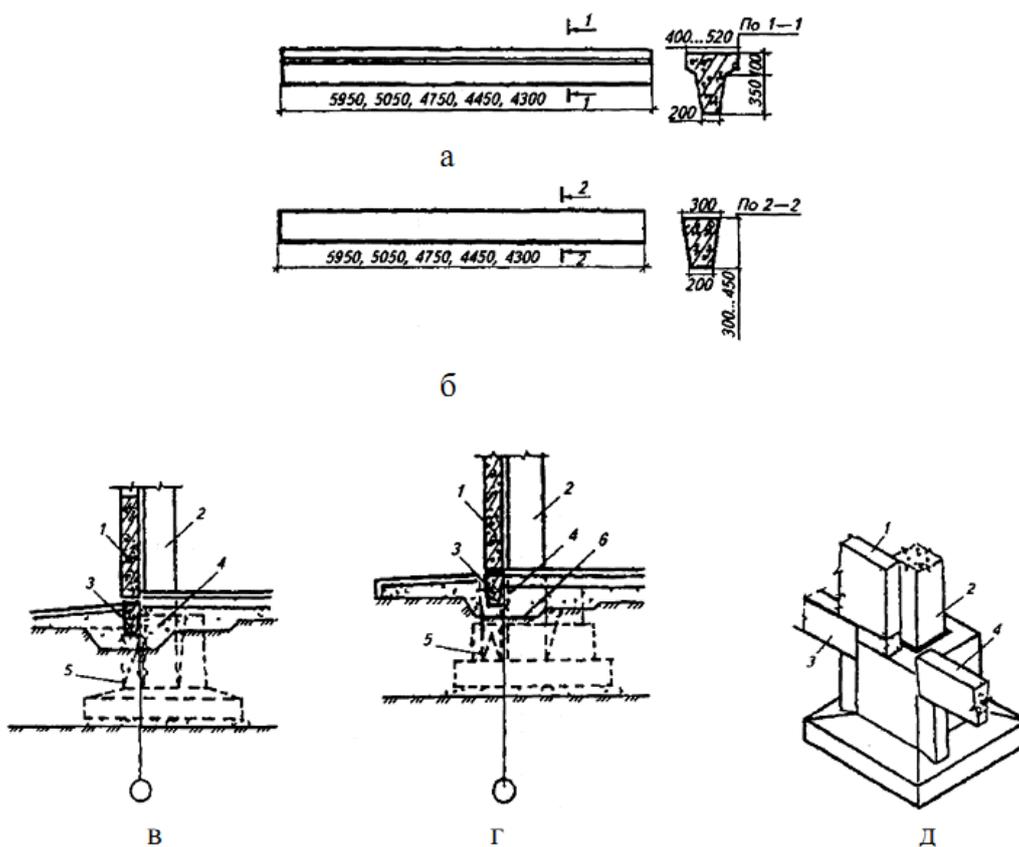


Рис. 8. Железобетонные фундаментные балки с деталями их укладки:

*а* – тавровая; *б* – трапециевидная; *в*, *г*, *д* – детали фундаментов крайнего ряда колонн: *1* – железобетонный столбик; *2* – фундаментная балка; *3* – стенная панель; *4* – колонны; *5* – фундамент стаканного типа; *6* – ступенчатый фундамент

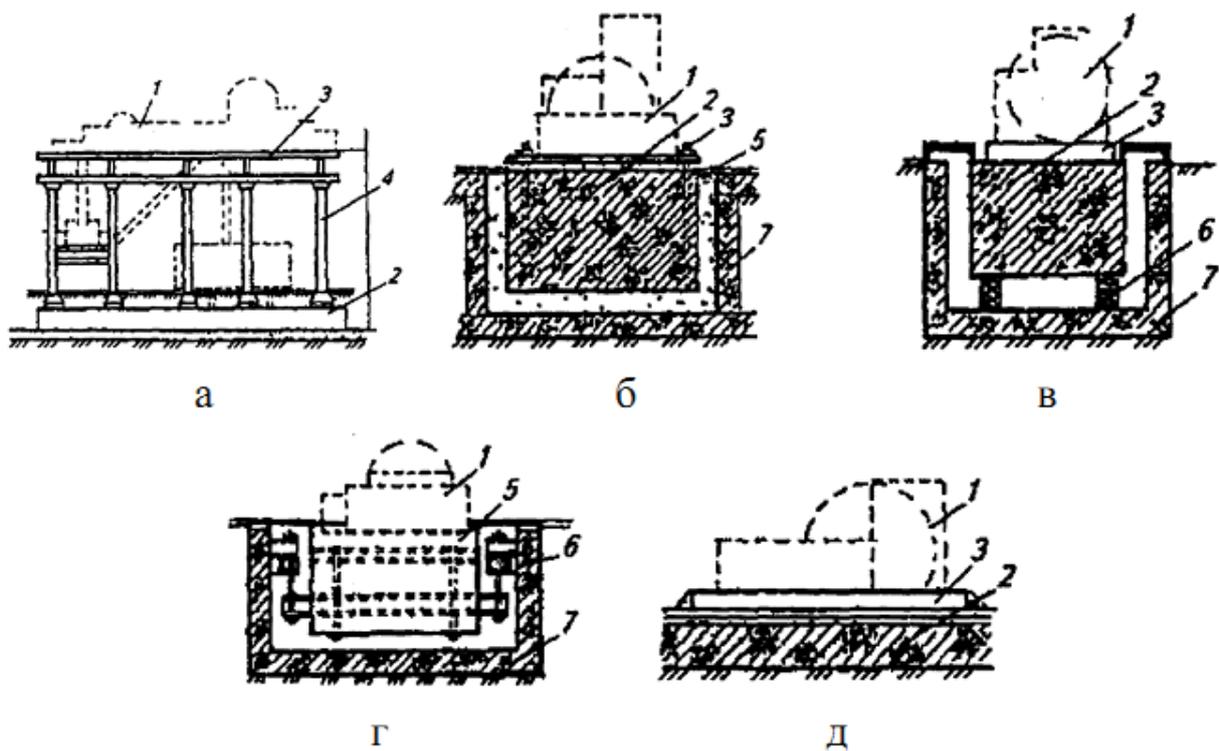


Рис. 9. Фундаменты под машины:

*а* – рамный; *б* – массивный; *в* – с амортизаторами; *г* – подвесной; *д* – на общей плите: 1 – машина; 2 – фундамент машины; 3 – фундаментная плита; 4 – рама фундамента; 5 – виброгасители (песок, шлак); 6 – амортизаторы; 7 – железобетонная коробка

В статическом отношении сборные каркасы представляют собой совокупность поперечных и продольных рам. Поперечные рамы воспринимают нагрузки от атмосферных осадков (снега, ветра), действующих на продольные стены здания, а также от массы (веса) наружных стен. Продольные рамы обеспечивают устойчивость поперечных рам и воспринимают ветровые нагрузки и динамические воздействия от торможения подъемно-транспортных устройств.

Унифицированные типовые конструкции из сборных железобетонных каркасов изготавливают заводским способом в соответствии с номенклатурой промышленных изделий.

## Колонны

Вертикальные несущие элементы каркаса промышленных зданий называют *колоннами*; они бывают *железобетонные* и *металлические*.

*Железобетонные колонны* одноэтажных промышленных зданий бывают прямоугольного, квадратного, круглого сечения и двухветвевые (рис. 10). По расположению в здании колонны разделяются на крайние и средние. Сборные железобетонные колонны прямоугольного сечения 400х400 мм применяют в одноэтажных зданиях высотой до 9,6 м, не оборудованных мостовыми кранами. Колонны крайних рядов изготавливают без консолей, а средних рядов для создания необходимой площадки опирания ферм или балок с двумя консолями.

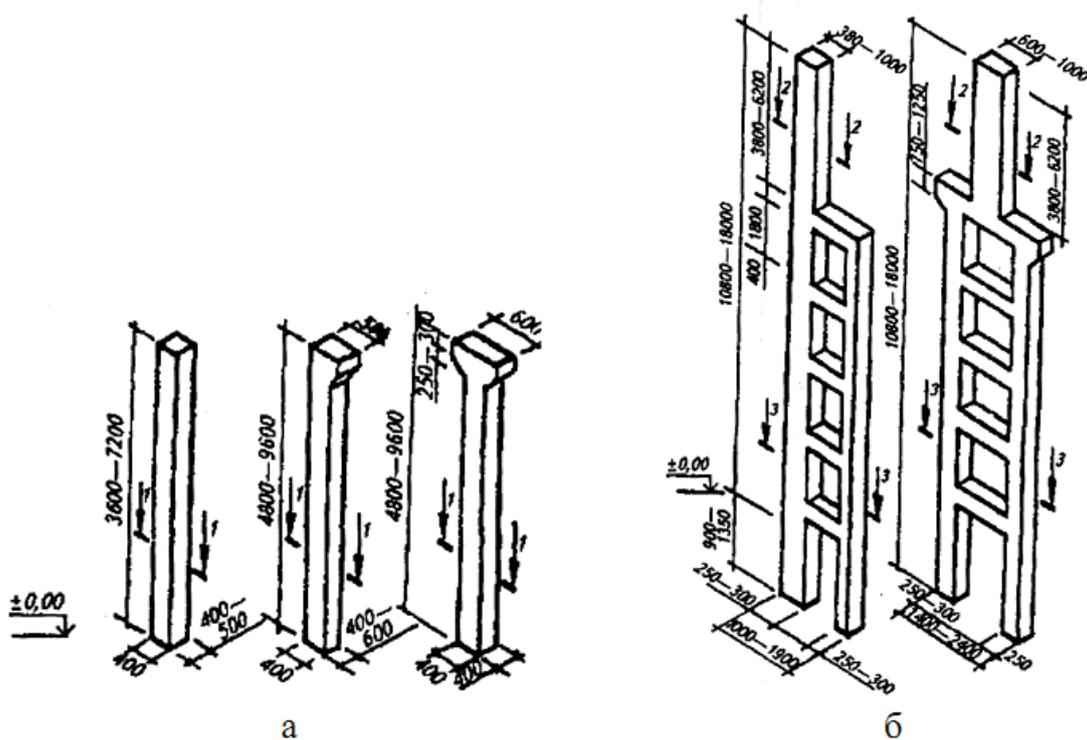


Рис. 10. Основные типы железобетонных колонн для одноэтажных зданий:  
*а* – прямоугольного сечения, без консолей и с консолями; *б* – двухветвевые

В зданиях высотой от 8,4 до 10,8 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью от 10 до 20 т, применяют колонны прямоугольного сечения 400х600 мм с консолями. Сечение колонн ниже консолей, поддерживающих

подкрановую балку, делают больших размеров, чем сечения надкрановой части, которая несет значительно меньшую нагрузку. В консолях колонн и выше для крепления подкрановых балок предусматривают стальные закладные детали. Двухветвевые сборные железобетонные колонны, состоящие из двух ветвей сечением не менее 200x400 мм, соединенных распорками, применяют в одноэтажных зданиях высотой от 10,8 до 18,0 м, оборудованных кранами грузоподъемностью от 10 до 50 т. Железобетонные колонны армируют сварными пространственными каркасами, которые образуются из плоских каркасов путем приварки поперечных стержней.

*Стальные колонны* целесообразно применять в одноэтажных зданиях при высоте до низа ферм более 14,4 м или при шаге колонн свыше 12,0 м и в труднодоступных местах строительства. Их делают преимущественно сварными из одной, двух и более двутавровых или швеллерных профилей, уголков и листовой стали (рис. 11). Сечение стержня колонн бывает сплошным или сквозным (решетчатым).

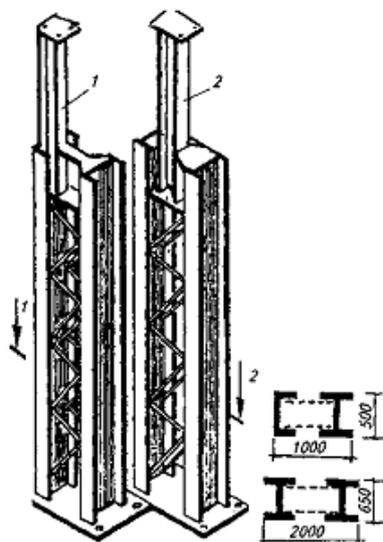


Рис. 11. Колонны решетчатые из металлического профиля:

1 - крайние; 2 - средние

При нагрузке на колонну по центру применяют сплошные сечения, а при смещении от центра - сплошные и сквозные.

Шаг крайних колонн выбирают обычно в соответствии с длиной стеновых панелей или принимают 12 м, шаг колонн средних рядов - в соответствии с требованиями технологического процесса.

База колонны служит для увеличения площади ее опирания и сопряжения с фундаментом. Для колонн сплошного сечения базы устраивают из стальной плиты, усиленной ребрами, для сквозных колонн - отдельные базы для каждой ветви. Заглубление колонн в зависимости от высоты базы принимается от 0,6 до 1,0 м.

*Фахверк* (или дополнительный каркас) располагают в плоскости продольных и торцевых стен. Он необходим для восприятия массы стенового заполнения, оконных переплетов, ветровых нагрузок и передачи их на основной каркас. Обычно фахверк состоит из ригелей и стоек. Их количество и местоположение определяется шагом колонн, высотой здания, конструкцией стенового заполнения, характером и величиной нагрузок. При шаге колонн более 6 м в фахверк вводят дополнительные стойки с собственными фундаментами.

## **Перекрытия**

Элементы каркаса, соединяющие между собой поперечные рамы, называются *перекрытиями*. По характеру расположения они бывают горизонтальными и вертикальными.

Роль горизонтальных связей выполняют плиты покрытия. После сварки опорных закладных деталей и заделки швов покрытие приобретает качество «сплошного диска», повышающего пространственную жесткость здания. Устойчивость строительных балок и ферм (в торцах фонарных проемов) обеспечивается горизонтальными крестовыми связями, установленными на уровне верхнего пояса. В последующих пролетах (под фонарями) устанавливают стальные распорки.

Подкрановые балки предназначены для установки рельсов, по которым передвигаются мостовые краны. Соединение подкрановых балок с колоннами придает каркасу здания дополнительную пространственную жесткость.

Балки покрытий (рис. 12) применяют в пролетах длиной 6, 9, 12 и 18 м. В зависимости от конфигурации верхнего пояса балки бывают: односкатные таврового сечения; односкатные двутаврового сечения; двускатные для пролетов 12-18 м; решетчатые прямоугольного сечения с отверстиями для пропуска трубопроводов и с параллельными поясами для зданий с плоской кровлей.

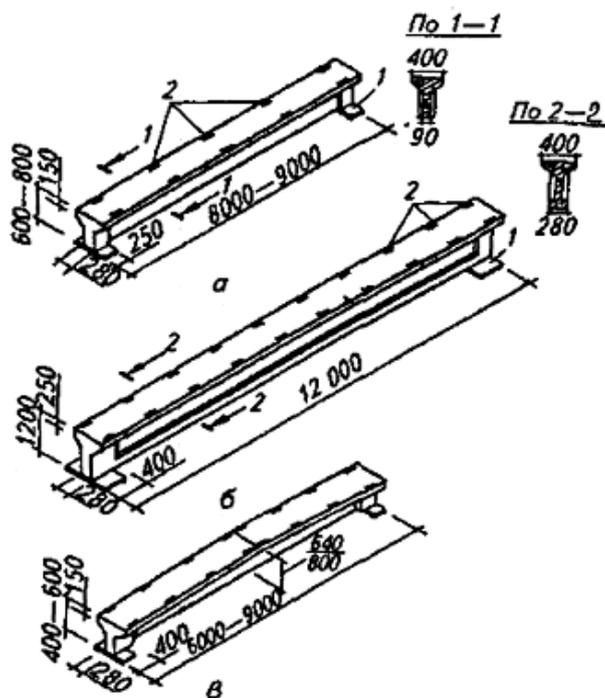


Рис. 12. Железобетонные балки покрытий:

*а* - односкатные таврового сечения; *б* - односкатные двутаврового сечения; *в* - двускатные (для пролетов 6-9 м); *г* - двускатные (для пролетов 12-18 м); *д* - решетчатые (для пролетов 12-18 м); *е* - с параллельными поясами: 1 - опорный стальной лист; 2 - закладные детали

Фермы в массовом промышленном строительстве одноэтажных зданий применяют в пролетах длиной 18, 24, 30 м.

Стропильные фермы (рис. 13) в зависимости от конфигурации верхнего пояса бывают с параллельными поясами (постоянной высоты), криволинейные (арочные), сегментные и треугольные. В зависимости от материала фермы могут быть сборные железобетонные, металлические или деревянные.

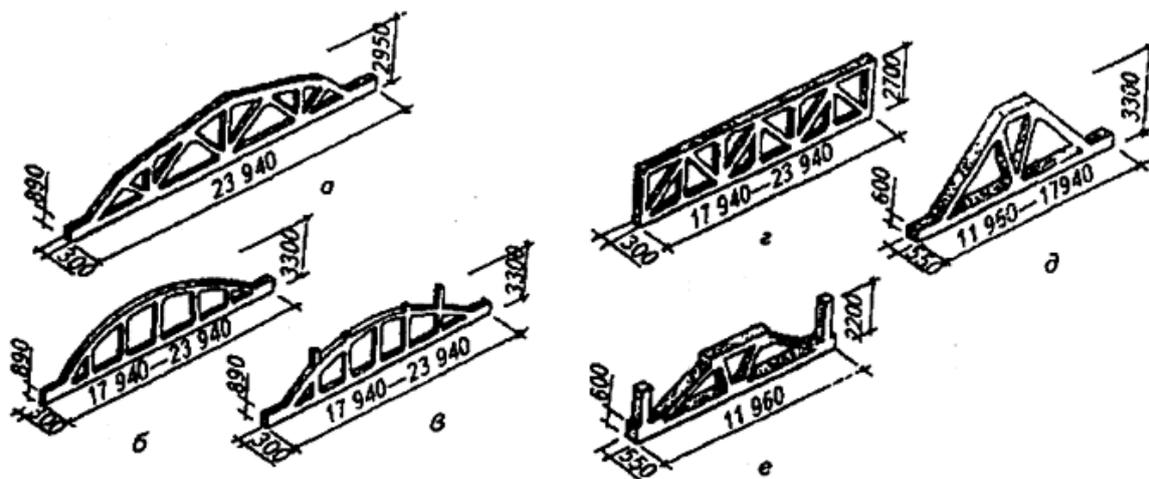


Рис. 13. Железобетонные фермы покрытия:

*а* - сегментная; *б* - арочная бескаркасная; *в* - арочная для плоских покрытий; *г* - с параллельными поясами; *д* - трапецидальная; *е* - подстропильная

Раскосные сегментные фермы предназначены для скатных и фонарных покрытий. Сечения верхнего и нижнего пояса фермы - прямоугольные (рис. 13, *а*).

Бескаркасные арочные фермы используют при устройстве скатных покрытий (рис. 13, *б*), а с выступающими из верхнего пояса «рожками» - для плоских покрытий (рис. 13, *в*).

Фермы с параллельными поясами из железобетона марки М400, 500 предназначены для плоских бесфонарных покрытий (рис. 13, *г*).

Подстропильные фермы укладывают вдоль продольного ряда колонн при шаге 12 или 18 м (рис. 13, *д*). Стойки на концах фермы служат опорами для укладки крайних плит покрытия. Для зданий с плоской кровлей применяют также подстропильные фермы, но другой конструкции (рис. 13, *е*).

Наиболее индустриальными и долговечными являются сборные железобетонные фермы.

В одноэтажных промышленных зданиях температурные и осадочные швы проходят в парных колоннах, опирающихся на общие или отдельные фундаменты.

Колонны средних рядов, за исключением примыкающих к продольному температурному шву и устанавливаемых в местах перепада высот пролетов одного направления, располагают так, чтобы оси сечения надкрановой части колонн совпадали с продольными и поперечными разбивочными осями.

Продольные температурные швы в зданиях с железобетонным каркасом располагают, как правило, на двух колоннах со вставкой, размер которой зависит от величины привязки колонн и равен 500, 1000 и 1500 мм. При этом шаг колонн должен быть равен шагу колонн по средним рядам.

Поперечные температурные швы делают также на парных колоннах. Ось температурного шва совмещают с поперечной разбивочной осью, а геометрические оси парных колонн - с разбивочной осью на величину, равную размеру привязки торцевых колонн основного каркаса. Над колоннами устанавливают парные фермы или балки, на которые укладывают концы панелей покрытия.

Стремление к универсальности и гибкости строительных решений при возведении промышленных зданий, к свободному размещению оборудования с перспективой изменения технологических процессов и беспрепятственной замены устаревшего оборудования новым, к размещению различных производств в одинаковых зданиях приводит к укрупнению сетки колонн. При увеличении пролета многоэтажных зданий до 18-24 м строительная высота междуэтажных перекрытий достигает 2,5-3 м, что позволяет использовать это пространство для устройства технического этажа или размещения подсобных помещений.

Для удобства расположения помещений в межферменных этажах в

качестве несущих конструкций покрытия и перекрытий применяют железобетонные безраскосные фермы с параллельными поясами. В зданиях с одним межферменным этажом по фермам укладывают ребристые плиты покрытия размером 3х12 м. Перекрытия монтируют из пустотелых панелей размером 1,2х6 м, размещаемых по прогонам длиной 12 м. Последние крепят в узлах нижних поясов ферм.

В зданиях с несколькими межферменными этажами покрытия и междуэтажные перекрытия, опирающиеся на верхние пояса ферм, собирают из ребристых плит длиной 6 м, а перекрытия, опирающиеся на нижние пояса ферм, из пустотелых панелей, укладываемых на полки поясов.

## **1.5. Ограждающие элементы промышленных зданий**

### **Плиты покрытия и перекрытия**

В каркас промышленного здания обязательно входят плиты (панели) покрытия и перекрытия (рис. 14). Плиты покрытия изготавливают из предварительно напряженного железобетона. Для придания им дополнительной жесткости плиты выполняют ребристыми. Размеры плит покрытия 1,5х6; 1,5х12; 3х6; 3х12 м, толщина - в зависимости от нагрузки оборудования 0,3-0,45 м. Внутри ребер плит располагают отверстия для пропуска коммуникаций и оборудования. В последнее время широкое распространение получили так называемые «комплексные панели» (настилы), которые изготавливают в заводских условиях и в которых выполнены все условия по устройству покрытия. На строительной площадке только заделывают швы. Кроме приведенных выше плит применяют облегченные покрытия крупных размеров на основе асбестоцементных, алюминиево-пластмассовых и других видов современных материалов. Внутри этих плит имеется утеплитель. Данные плиты дешевы при изготовлении, легки в монтаже, долговечны при эксплуатации.

Они же рекомендованы в качестве легко сбрасываемых конструкций в помещениях категории А и Б по взрывоопасности.

## Стены и стеновые панели

Стены являются важным конструктивным элементом каркаса и составляют 10% в одноэтажных и 20% от объема конструкций в многоэтажных зданиях. Они должны отвечать следующим требованиям: обеспечивать надлежащий тепловлажностный режим предприятия, быть прочными и устойчивыми к воздействию динамических и статических нагрузок, огнестойкими, технологичными при эксплуатации и монтаже. Во взрывопожароопасных помещениях легко сбрасываемые стены выполняют из асбестоцементных и алюминиевых конструкций. Толщина стен в основном определяется из расчета температуры наружного воздуха. По характеру работы стены подразделяют на несущие, самонесущие и навесные. Несущие стены используют в бескаркасных зданиях и зданиях с неполным каркасом; выполняют из кирпича, мелких и крупных блоков. Для дополнительной устойчивости при большой длине стен в них встраивают фахверковые пилястры. Самонесущие стены выполняют только ограждающую функцию.

Панельные стены выполняют из железобетона с обычной и предварительно напряженной арматурой. Они наиболее индустриальны и применяются как в отапливаемых, так и в неотапливаемых зданиях. Эти стены крепятся к колоннам с помощью сварки. Длина панелей 6-12 м при высоте 0,9; 1,2; 1,8; 2,4 м и толщине 160-300 мм. По конструктивным особенностям панели делят на однослойные (только для неотапливаемых зданий), двух- и трехслойные, а также облегченные.

## Фонари

В некоторых случаях при недостатке освещенности, больших пролетах зданий и необходимости дополнительной аэрации в конструкцию покрытия вводят дополнительный элемент – фонари: *световые, аэрационные* и *комбинированные*. Обычно они устанавливаются вдоль здания и не доходят до

торцов на 6-12 м (рис. 15). По профилю фонари бывают *прямоугольные, трапецевидные, треугольные, М-образные, шедовые* и *зенитные*.

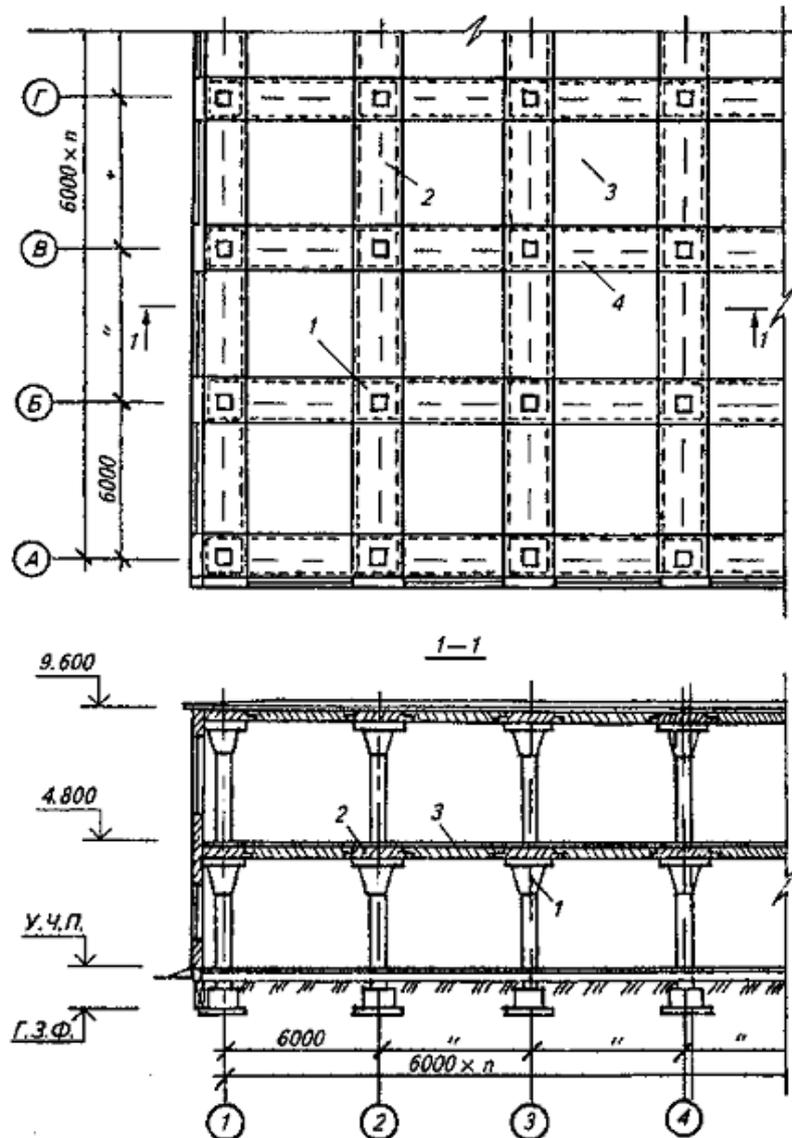


Рис. 14. Безбалочные перекрытия:

1 – колонна с оголовком капитель; 2 – надколонные панели; 3 – рядные панели; 4 – пролетная плита

Фонари чаще всего изготавливают из металла. Для поперечной жесткости в фонари вводят продольные раскосы. Переплеты в основном металлические, высотой 1250, 1500 и 1850 мм, при шаге 6000 мм, которые по длине образуют ленточное остекление. В большинстве случаев фонари оборудуют устройствами для механического открывания всех или отдельных переплетов

на угол до  $70^\circ$ . Рамные фонари имеют более сложное устройство, что приводит к возрастанию эксплуатационных и тепловых затрат, а также к образованию загрязнений и снеговых отложений зимой. В последнее время применяют наиболее эффективные зенитные фонари на основе светопрозрачной конструкции. Они могут быть точечными и акционными. Их устанавливают в плитах покрытия. Размеры куполов зенитных фонарей  $1400 \times 1600$  мм, панельных –  $1600 \times 6200$  мм.

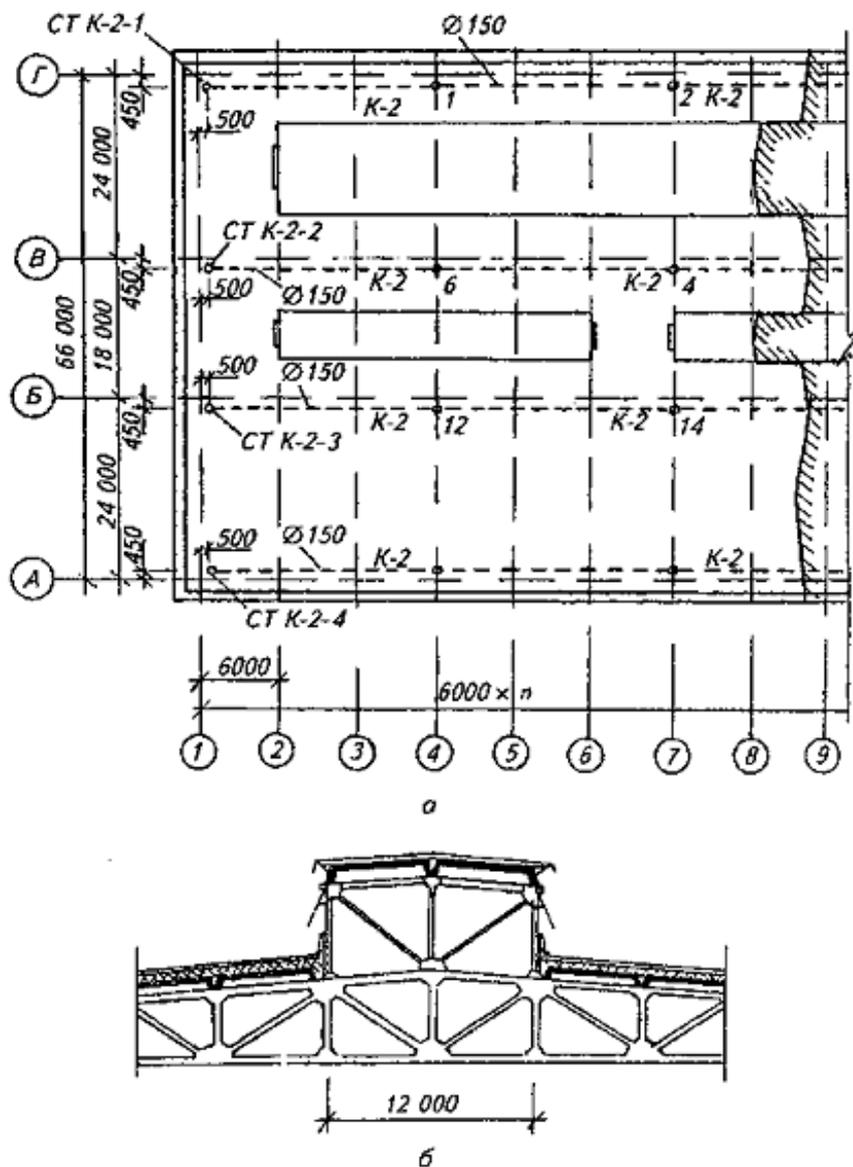


Рис. 15. Схемы расположения (а) и конструкция светоаэрационных фонарей (б)

## 1.6. Дополнительные конструктивные элементы зданий

### Полы

Полы составляют от 5 до 25% от общей стоимости строительства. Их проектируют с учетом требований СНиП П-В8-91 «Полы. Нормы проектирования».

Уровень первых этажей, как правило, выше планировочной отметки на 150-300 мм.

При эксплуатации полы должны удовлетворять следующим требованиям: они должны иметь высокую механическую стойкость, ровную и гладкую поверхность, быть бесшумными, водонепроницаемыми, негоряемыми, стойкими по отношению к химическим растворителям, долговечными. Кроме того, при проектировании полов необходимо предусмотреть возможность чистки, ремонта и замены последних.

В зависимости от устройства полы могут быть штучными и сплошными. К последним относятся глинобитные, гравиевые, щебеночные, бетонные, цементно-песчаные, мозаичные, металлоцементные, асфальтобетонные полы (рис. 16).

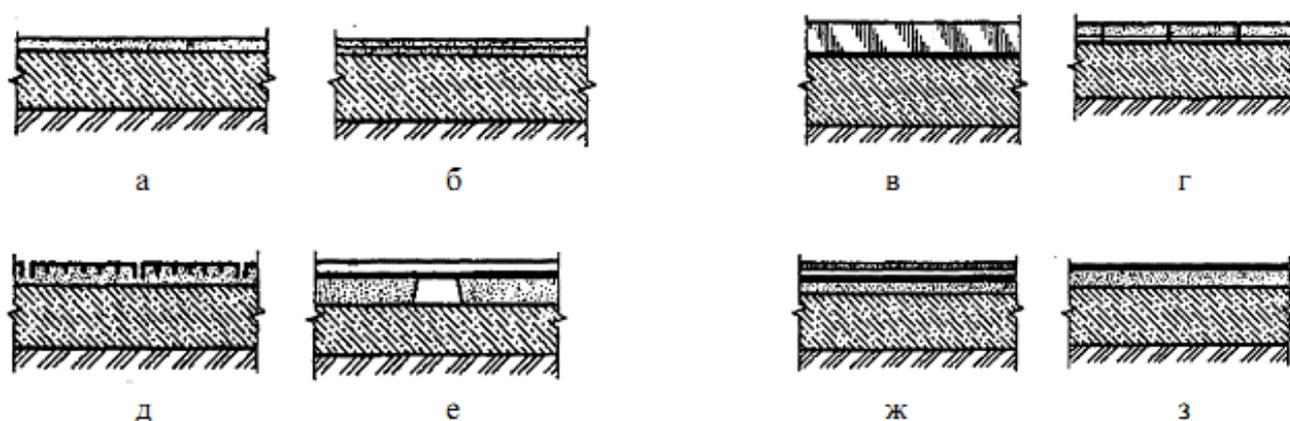


Рис. 16. Конструкции полов:

*а* – бетонный; *б* – ксилолитовый; *в* – каменный; *г* – плиточный; *д* – из металлических плит; *е* – дощатый; *ж* – из линолеума; *з* – из поливинилацетата

В зданиях пищевой промышленности наибольшее распространение получили бетонные и цементно-песчаные полы, которые настилают в помещениях повышенной влажности или подвергаемых действию кислот и щелочей. Полы укладывают по бетонной стяжке толщиной 20-50 мм. Толщина цементно-песчаного покрытия 20-30 мм. Мозаичные полы состоят из цементного раствора, мелкого заполнителя из мрамора, гранита и базальта. Толщина слоя 20-25 мм.

Металлоцементные полы толщиной 15-20 мм выполняют из смеси стальной стружки (1-5 мм), цемента и воды, укладывают на прослойку из цементно-песчаного раствора толщиной 15 мм.

Асфальтобетонные полы (смесь битума с наполнителем: песком, щебнем или гравием) наиболее применимы в складах, проездах и проходах. Асфальтобетонные покрытия укладывают толщиной 25-50 мм по бетонному или щебеночному подстилающему слою.

Ксилолитовые полы (смесь каустического магнезита, опилок и водного раствора аммония) настилают толщиной 15-20 мм в помещениях с длительным пребыванием людей. К ним предъявляются специальные требования. Ксилолитовые полы имеют хорошие эксплуатационные качества.

К полам из штучных материалов относятся: брусчатые, клинкерные, металлические и плиточные. Брусчатые полы (смесь гранита, базальта и прочих материалов) устанавливают в помещениях, где возможны высокие температурные перепады, воздействие химических агрессивных веществ и движение напольного транспорта. Размеры брусчатки 150x200x100(200) мм. Камни укладывают по бетонной или песчаной стяжке. Клинкерные полы по своим свойствам и конструкциям аналогичны брусчатым. Плиточные полы (керамические и из плиток других материалов) укладывают по цементно-песчаной прослойке толщиной 10-15 мм или мастике толщиной 1-3 мм. Металлические полы укладывают в цехах с тяжелыми условиями труда, где велика вероятность температурных перепадов, возможны механические

воздействия, требуется гладкая, непылящая поверхность. Чугунные плиты размерами 248x248, 298x298 мм, толщиной 6 мм или стальные размерами 300x400 мм укладывают на прослойку из песка или мелкозернистого бетона.

В промышленных зданиях используются и другие конструкции полов. Так, полы из полимерных, мастичных, плиточных материалов обладают высокой прочностью, хорошим сопротивлением к истиранию, водонепроницаемостью и эластичностью.

## **Кровли**

**Кровля** – это водоизоляционный слой из рулонных или листовых материалов. По кровле размещают защитный слой из крупнозернистого песка на битумной мастике, предохраняющий кровлю от механических повреждений. В зависимости от внутреннего режима помещения кровли могут быть холодными и утепленными.

Покрытия или кровли промышленных зданий состоят из несущей и ограждающей частей.

Несущая часть кровли (плиты, балки) рассмотрена выше. Ограждающая часть покрытия состоит из несущего настила, поддерживающего элементы покрытия, и пароизоляции, предохраняющей выше расположенный теплоизоляционный слой. Толщина теплоизоляционного слоя зависит от вида утеплителя и определяется по расчету. Выравнивающий слой (стяжка) состоит из цементного раствора и предназначается для выравнивания верхней части покрытия.

В промышленном строительстве для скатных и малоуклонных покрытий применяется рулонная кровля, при этом часто используется внутренний водосток.

## **Перегородки**

Для разграничения больших площадей промышленных помещений на отдельные помещения, когда производственный и температурно-влажностный

режимы имеют разные параметры, устанавливают перегородки на всю высоту помещения. Иногда применяют «выгораживающие» перегородки, которые предназначены для отдельных цехов, служебных, подсобных помещений и т.д. Перегородки должны обладать прочностью, устойчивостью и отвечать противопожарным требованиям.

Перегородки могут быть кирпичные, железобетонные, металлические и стеклянные, при этом главное внимание уделяют индустриализации их производства. Кирпичные перегородки толщиной 250, 380 мм менее приемлемы, так как наиболее трудоемки и дороги. Железобетонные перегородки изготавливают в виде панелей с размерами 1,2х0,6х0,08 или 1,8х0,6х0,08 м и крепят к колоннам или фахверкам сваркой. Кирпично-щитовые перегородки, обшитые листами асбестоцемента, применяются для одноэтажных зданий с повышенным уровнем шума.

Стальные «выгораживающие» перегородки состоят из стоек, установленных через 1,5 м, основных щитов с размерами 1,5х1,8 или 1,5х2,4 и разборных щитов размерами 1,0х1,8 или 1,0х2,4 м, навешиваемых на стойки. Стойки выполняют из труб или уголков, щиты из стальной сетки или профильных листов.

## **Окна**

Форму, размер и вид остекления выбирают на основе расчетов, из условия обеспечения необходимого светового потока. Оконные проемы могут быть выполнены как отдельно, так и в виде лент. Сплошное ленточное остекление наиболее выгодно при производстве с избыточным выделением теплоты и во взрывоопасных производствах. Для изготовления окон используют следующие материалы: дерево, сталь, пластмассу и легкие алюминиевые сплавы. Кроме того, используют стеклоблоки и стеклопрофилит. Заполнение оконных проемов обычно состоит из коробок, переплетов с остеклением и подоконных досок. Остекление бывает одинарное и двойное. Размеры оконных проемов

принимаются кратными по ширине 300 мм и по высоте 600 мм. По конструктивному решению оконные переплеты бывают глухие и створные. Створные переплеты открываются внутрь и наружу в зданиях, где необходима естественная вентиляция. Металлические переплеты изготавливают из прокатных и гнутых профилей. Перспективным является беспереплетное заполнение проемов из стеклоблоков и стеклопрофилита шириной 300 мм и высотой 3,6 м.

### Двери и ворота

Двери промышленных зданий могут быть *одно-* и *двухпольными*, *распашными* и *откатными*. Двери изготавливают из металла и стекла. Номинальные размеры проемов: ширина 1; 1,5 и 2 м, высота 1,8; 2,0; 2,3; 2,4 м. Ширина и расположение дверей определяются с учетом обеспечения безопасности эвакуации. Около наружных дверей размещают тамбуры глубиной на 0,4; 0,5 м более ширины двери. Дверные проемы оформляют в виде коробок. Для металлических дверей коробки изготавливают из уголков 75x75 мм, а полотна штампуют из листовой стали толщиной 2 мм. Иногда стекла заключают в алюминиевые или пластмассовые наличники.

Для проезда напольного транспорта в наружные стены промышленных зданий встраивают ворота, количество и расположение которых обуславливается технологическим процессом. Размеры ворот должны превышать габариты загруженного транспорта по ширине на 600 мм и по высоте на 200 мм. Они принимаются кратными 600 мм. Основные размеры: 2,4x2,5; 3x3; 3,6x3; 3,6x3,6; 3,6x4,2; 4,8x5,4 м. Снаружи ворота оформляют плинтусом с уклоном 1:10 и в обязательном порядке – тепловыми завесами. По конструктивному решению ворота бывают *раздвижными*, *распашными*, *подъемными* и *откатными* и изготавливаются как металлическими, так и металлодеревянными.

## **Монтажные проемы**

В некоторых случаях, когда оборудование имеет большие габаритные размеры и монтаж и передвижение его через существующие проемы невозможны, необходимо делать монтажные проемы. Их выполняют в виде легкоъемных панелей стен с помощью болтов и заклепок. Проектирование монтажных проемов в кирпичных стенах категорически запрещено, а при реконструкции здания бескаркасного типа проем возможен только в местах существующих окон либо при съеме существующего покрытия. Размеры и место монтажных проемов определяются размерами пролетов, их числом и высотой здания.

## **Внутрицеховые конструкции**

Для создания оптимальных условий эксплуатации и ремонта технологического оборудования в промышленных зданиях размещают площадки, антресоли (рис. 17), этажерки, а также лестницы.

*Технологические площадки* предназначены для обслуживания оборудования, складирования материалов и сырья. Их устанавливают чаще всего в цехах, где технологический процесс организован по вертикали. Площадки могут опираться на основные конструкции здания и самостоятельные опоры и нередко бывают многоярусными.

*Антресоли* представляют собой полуэтажи и предназначены для размещения оборудования вспомогательных помещений. Антресоли позволяют увеличить площадь цехов.

*Этажерки* – это многоярусные сооружения внутри производственного здания, на которых устанавливаются крупногабаритные конструкции. Все они выполняются из металла и железобетона. Каждая имеет ограждение высотой не менее 1 м.

*Лестницы* промышленных зданий служат для связи между этажами

многоэтажных зданий, а также антресольных этажей и этажерок. В соответствии с назначением они делятся на *основные, служебные, пожарные и аварийные*.

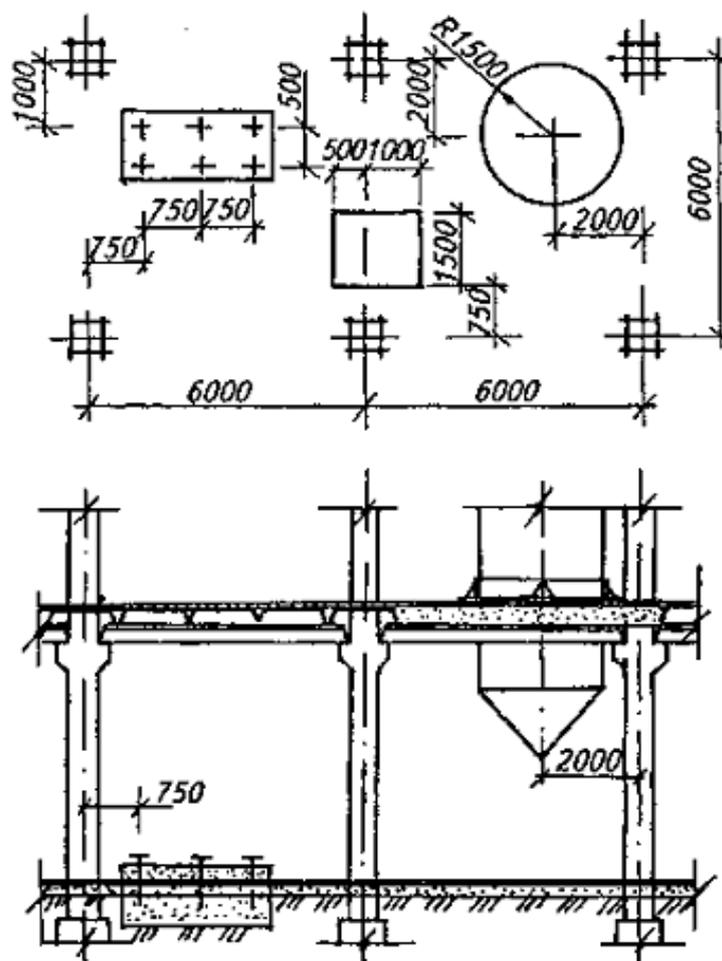


Рис. 17. Технологические площадки и антресоли для обслуживания оборудования

*Основные лестницы* бывают 2, 3 и 4-маршевые, опирающиеся на площадки. Все конструкции лестниц компонуют на лестничной клетке, иногда в клетке блокируются и шахты лифта. Уклон лестничных маршей чаще всего равен 1:2, в соответствии с этим высота ступени равна 150 мм, а ширина – 300 мм. Марши имеют ширину 1350, 1500 и 1750 мм с количеством ступеней 9 или 11. В здании размещают не менее двух лестниц с учетом, что самая дальняя точка цеха находится на расстоянии не более 100 м от лестницы. Двери на лестничную клетку должны открываться в сторону выхода. Между

лестничными маршами обязательно предусматривается зазор 100 мм для пропуска шлангов и проводов в случае ремонта и пожара. Лестничные клетки проектируют из негорючих материалов (бетон, кирпич), так как они являются эвакуационными путями и поэтому размещение на них оборудования и посторонних предметов категорически запрещено.

Для осмотра и обслуживания оборудования наиболее ответственных строительных конструкций предусматривают *служебные лестницы*, которые выполняют из металлических конструкций и крепят к строительным конструкциям и оборудованию под углом наклона к горизонту 45 и 60°. Ширина марша 600-1000 мм, высота 600-6000 мм. Марши и площадка имеют ограждение до 1200 мм.

*Пожарные лестницы* проектируют при высоте здания более 10 м, а также в местах перепадов высот смежных пролетов и при количестве лестниц менее одной в здании. Лестницы устраивают через 200 м по периметру здания. Для здания высотой до 30 м они размещаются вертикально, а при высоте более 30 м – наклонно, с маршами под углом не более 80°, шириной 0,7 м и площадками не реже чем 8 м по высоте.

*Аварийные лестницы* предназначены для эвакуации людей из здания во время пожаров. Их размещают снаружи здания. Конструктивные требования к ним такие же, как и к пожарным лестницам.

## 2. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ

Важной составной частью проекта промышленного предприятия независимо от мощности является генеральный план.

**Генеральный план** - это основа, определяющая общую эффективность строительства, производственного функционирования и эксплуатации промышленного предприятия, создания полноценных архитектурных ансамблей.

Генеральный план представляет собой план земельного участка – благоустроенной и озелененной территории со всеми основными, вспомогательными, проектируемыми и реконструируемыми зданиями и сооружениями, селитебными зонами и объектами охраны окружающей среды.

Разрабатывать генеральные планы предприятий необходимо в строгом соответствии с «Инструкцией по разработке схем генеральных планов», требованиями действующих СНиП и санитарных норм и других нормативных документов для промышленных предприятий. При размещении на территории предприятия нетрадиционных производств необходимо учитывать и специфические для данных производств требования по проектированию.

Основой для выполнения генерального плана предприятия служат пространственные технологические схемы основного производства, рекомендуемый нормами проектирования перечень зданий и сооружений, размещаемых на площадке предприятия. Генеральный план предприятий разрабатывается на основании схемы единого генерального плана района с учетом экологических, эстетических и социальных потребностей.

Различают **ситуационный (проектный), строительный** и **исполнительный** генеральный планы.

На *ситуационном (проектном) генеральном плане* – предшественнике строительного и исполнительного генеральных планов - изображают положение подлежащего разработке промышленного комплекса в окружающей

его застройке и природном ландшафте. Ситуационный генеральный план разрабатывают на всех стадиях проектирования, но с различной степенью детализации. Он является основным документом, определяющим взаимное расположение зданий и сооружений.

*Строительный генеральный план* разрабатывается на основе проектного и служит для решения вопросов, связанных со строительством конкретного объекта, спецификой строительной организации.

*Исполнительный генеральный план* отражает точное положение всех построенных объектов с отметкой фактических отступлений. При проектировании генеральных планов промышленных предприятий решают вопросы планировки, застройки, внутреннего транспорта, инженерных сетей и благоустройства территории с учетом:

- градостроительной связи с другими предприятиями;
- производственно-технологической взаимосвязи производственных зданий между собой и подсобными цехами и инженерными коммуникациями;
- архитектурно-планировочной структуры;
- природных условий; обеспечения удобных, безопасных и здоровых условий для работающих, защиты окружающей среды от вредных выбросов;
- целесообразности применения того или иного вида транспорта;
- конструктивно-строительной характеристики проектируемого предприятия, с учетом целесообразности использования местных строительных материалов;
- технико-экономической эффективности принятого проектного решения (плотность застройки, коэффициент использования территории и др.).

При разработке генерального плана, прежде всего, учитывают градостроительную ситуацию, т.е. местоположение данного предприятия или группы предприятий в промышленном или промышленно-селитебном комплексе, сумму связей данного предприятия с соседними предприятиями, селитебной территорией и окружающим ландшафтом. При этом решают

вопросы технологической возможности и экономической целесообразности включения в существующий промышленный район намеченного для строительства предприятия, возможности производственного и строительного кооперирования.

При решении генерального плана необходимо предусмотреть удобное для эксплуатации и экономически целесообразное присоединение внутризаводских транспортных артерий к внешним путям. При этом следует учитывать грузооборот предприятия, сложившуюся систему доставки сырья и готовой продукции, радиус доставки, размеры отведенной площади.

Существенным показателем экономичности генерального плана является плотность застройки, определяемая в процентах как отношение суммы площадей под зданиями и сооружениями к общей площади территории предприятия. Минимально допустимая плотность застройки регламентируется нормами проектирования и СанПиН для различных отраслей промышленности.

Площадь застройки определяется как сумма площадей, занятых под зданиями и сооружениями всех видов, включая навесы, технологические, энергетические и другие установки, эстакады, галереи, подземные сооружения (резервуары, убежища, тоннели, над которыми не могут быть размещены здания и сооружения), стоянки автомобилей, открытые склады, а также резервные участки, намеченные для последующего строительства.

В площадь застройки не включают площади, занятые отмоستками, тротуарами, автомобильными и железными дорогами, временными зданиями и сооружениями, спортивными площадками и площадками для отдыха, зелеными насаждениями.

При подсчете площадей, занимаемых галереями и эстакадами, в площадь застройки включают проекцию на горизонтальную плоскость тех участков, под которыми по габаритам не могут быть размещены другие здания и сооружения, на остальных участках учитывают только площадь опор.

Минимальную площадь застройки допускается уменьшить в случае

расширения или реконструкции предприятия не более чем на 0,1 от установленной. При решении генерального плана следует ориентироваться на применение унифицированных параметров, типовых секций, местных строительных материалов и конструкций.

К числу важных показателей проектирования генерального плана относится и обязательный учет физико-технических требований к застройке, связанных с климатическими, светотехническими и акустическими особенностями места строительства и спецификой производства. Основными критериями проектирования генеральных планов являются:

1) Зонирование территории. Проектирование следует начинать с объединения отдельных цехов, сооружений и устройств в группы в соответствии с определенными признаками с последующим распределением территории между этими группами. Зонирование осуществляют по производственному признаку, по степени грузоемкости цехов, по степени вредности производств, по пожаро- и взрывоопасности цехов.

2) Разделение и изоляция грузовых и людских потоков. Применяют для обеспечения безопасности персонала и одновременно наиболее активного функционирования транспортных коммуникаций. Для этого предусматривают устройство отдельных проходных для рабочих и грузов, а также устройство переходных мостиков, транспортных эстакад и переходных галерей.

3) Обеспечение компактности застройки. Реализуется путем блокирования зданий и сооружений и увеличения этажности зданий. Как правило, группы помещений размещают в одном здании (по производственному признаку), стремясь использовать двух- и многоэтажные здания. Это приводит к сокращению площади застройки, уменьшению протяженности коммуникации, снижению тепловых потерь, уменьшению пути перемещения людей и грузов.

4) Унификация и модульная координация элементов планировки (панелей, кварталов, проездов, проходов, коридоров, инженерных коммуникаций) и застройки территории. Является одним из средств структурного построения

генерального плана, упорядочения застройки, облегчающей дальнейшее развитие производства. Это создает предпосылки для широкого внедрения типовых решений зданий, сооружений, инженерных устройств и технологических линий.

Исходным модулем, которому должны быть кратны планировочные параметры, является модуль, равный 6 м.

Модулирование промышленной площадки предъявляет определенные требования к конфигурации здания. Для различных отраслей промышленности с учетом специфики производства разработаны рекомендуемые размеры унифицированных типовых секций прямоугольной формы и пролетов производственных зданий, что позволяет привязать вновь проектируемое производство на действующем предприятии к существующим зданиям.

5) Обеспечение возможности развития и расширения предприятия. При компоновке генерального плана необходимо предусматривать резервы территории и определить порядок их будущей застройки. Расширение предприятия следует предусматривать без сноса возведенных ранее зданий и сооружений. Расширение предприятий в сторону основных магистралей и площадей исключается.

При проектировании генерального плана предприятия следует находить наиболее экономичные и удобные производственные связи между отдельными цехами, сооружениями и устройствами, обеспечивающими основной производственный процесс, начиная от ввоза сырья до вывоза готовой продукции, включая утилизацию промышленных отходов.

Основным чертежом проекта генерального плана предприятия является чертеж проекций на горизонтальную плоскость всех зданий, сооружений, дорог, коммуникаций и элементов благоустройства. Для полного представления о пространственном характере застройки его сопровождают макетом или пространственным изображением на чертеже по законам начертательной геометрии (аксонометрии). Основной чертеж дополняют рядом других

чертежей, характеризующих и обосновывающих решения отдельных вопросов; схемами зонирования территории; распределения транспортных и людских потоков; трассировки коммуникаций; размещения объектов обслуживания.

На чертеж генерального плана реконструкции наносят существующие, проектируемые (реконструируемые) и подлежащие сносу здания и сооружения, объекты охраны окружающей среды и благоустройства, озеленения территории и принципиальные решения по расположению внутриплощадочных инженерных сетей и транспортных коммуникаций, планировочные отметки территории. Отдельно выделяют объекты, сети и транспортные коммуникации, входящие в пусковые комплексы.

Планирование территории промышленных узлов и площадок предприятий должно обеспечивать наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда работающих на предприятии, рационального и экономичного использования земельных участков и наибольшей эффективности капитальных вложений.

В генеральном плане следует учитывать и природные особенности района: температуру и преобладающее направление ветра.

Размещение производственных подразделений должно исключать возможность формирования и воздействия водных факторов.

По функциональному использованию площадку предприятия необходимо делить на зоны:

- предзаводскую (за пределами ограды предприятия);
- производственную;
- подсобную;
- складскую.

Предзаводская зона предприятия размещается со стороны основных подъездов и проходов, размеры ее принимают из расчета 0,8 га при количестве работающих до 500 человек, 0,7 га – при количестве работающих от 500 до 1000 человек, 0,5 га – при количестве работающих от 1000 до 4000 человек.

В предзаводских зонах следует предусматривать открытые площадки для стоянки легковых автомобилей в соответствии со СНиП по планировке и застройке городов.

Проходные пункты следует располагать на расстоянии не более 1,5 км друг от друга.

Расстояние от проходных до входов в санитарно-бытовые помещения цехов основного производственного корпуса не должно превышать 800 м.

В генеральном плане расширяемого (или реконструируемого) предприятия следует предусмотреть:

- организацию (при необходимости) санитарно-защитной зоны;
- увязку с планировкой и застройкой прилегающей зоны;
- поочередное совершенствование функционального зонирования и планировочного решения отдельных зон без остановки работы предприятия;
- повышение эффективности использования территории;
- объединение разрозненных производств;
- повышение архитектурной выразительности застройки.

Производственные, вспомогательные и складские помещения следует объединять в одно или несколько зданий. На площадке предприятия здания и сооружения следует размещать так, чтобы продольные оси здания и световых фонарей были ориентированы к меридиану под углом 45-110°.

Допускается проектировать здания, образующие полузамкнутые дворы, когда это обусловлено технологическими схемами либо связано с реконструкцией.

Полузамкнутые дворы следует располагать длинной стороной параллельно преобладающему направлению ветров или с отклонениями не более 45°, при этом открытая сторона двора или здания должна быть равна не менее полусуммы высот до верха карниза противостоящих зданий, образующих двор, но не менее 15 м.

Полузамкнутым считается двор, застроенный с трех сторон

примыкающими друг к другу зданиями и имеющими в плане отношение глубины к ширине более единицы.

В мясной промышленности, как правило, замкнутая застройка не применяется.

Здания на территории предприятия следует размещать на расстоянии не менее наибольшей высоты до верха карниза противостоящего здания. Координационные оси противостоящих зданий на территории предприятия должны совпадать.

При разработке вертикальной многоуровневой планировки при размещении предприятия в сложных топографических условиях в проекте решают вопросы:

- сохранения природного рельефа;
- отвода атмосферных вод с кровель зданий и территории предприятия;
- рассчитывают минимально возможный объем земляных работ;
- при сложном рельефе предусматривают устройство лестниц, террас, подпорных стенок, скамей и т.д.

Сплошную вертикальную планировку площадок предприятий следует применять при плотности застройки более 25%. При этом следует планировать наименьший объем земляных работ и минимальное перемещение грунта. Уклон поверхности площадки надлежит принимать в зависимости от типа грунта.

На площадке предприятия должна быть предусмотрена закрытая сеть дождевой канализации.

Уровень полов первого этажа должен быть не менее чем на 15 см выше примыкающих участков. Отметка пола подвальных помещений должна быть выше уровня грунтовых вод не менее чем на 0,5 м.

Вертикальная планировка территории должна обеспечивать отвод атмосферных, талых вод и стоков от смывки площадок. Сточные воды с базы пред-убойного содержания скота и птицы не должны попадать на остальную территорию предприятия.

Транспортные магистрали следует проектировать в соответствии с разделом СНиП по проектированию промышленного и автомобильного транспорта.

Предприятия с площадками размером более 5 га должны иметь не менее двух въездов. Ширина ворот для автомобилей должна быть не менее 4,5 м, для железнодорожного транспорта – не менее 4,9 м.

Предприятия, очистные сооружения и системы очистки воздуха следует размещать на землях несельскохозяйственного назначения или непригодных для сельского хозяйства.

Размещение предприятий не допускается:

- в первом поясе санитарной зоны охраны источников водоснабжения;
- в первой зоне округа санитарной охраны курортов;
- в зеленых зонах городов;
- в зонах заповедников и их охранных зон;
- в зонах охраны памятников культуры;
- в зонах активного карста, оползней, селевых потоков и пр.;
- на участках, загрязненных органическими и другими отбросами;
- в зонах возможного катастрофического затопления.

Промышленные предприятия надлежит размещать по отношению к жилой застройке с учетом ветров преобладающего направления (с подветренной стороны).

На основании данных о господствующих ветрах за длительный промежуток времени (10-50 лет) составляют таблицу (табл. 1) по форме:

Таблица 1

Год	Количество дней, в течение которых преобладали ветры румбов (направлений)							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Итого дней, (%)								

Примечание: С – северный; СВ – северо-восточный; В – восточный; ЮВ – юго-восточный; Ю – южный; ЮЗ – юго-западный; З – западный; СЗ – северо-западный

Итоговое число дней каждого направления ветров выражают в процентах от общего количества ветренных дней за рассматриваемый период. Найденную величину (%) в определенном масштабе откладывают в соответствующем направлении от центра. Полученную схему называют *розой ветров* (рис. 18).

Большому значению вектора на розе ветров соответствует господствующее направление ветров.

Розу ветров располагают на генеральном плане в левом верхнем углу листа. На рис. 18-21 приведены решения генеральных планов специализированных предприятий мясной промышленности.

Здания, сооружения, производственные установки, выделяющие пыль, дым, газ с неприятными запахами, а также производства, связанные с переработкой технического сырья, размещают с подветренной стороны. Зону очистных сооружений не следует располагать с наветренной стороны по отношению к другим постройкам.

Охладительные пруды, водоемы, отстойники сточных вод и т.п. следует размещать так, чтобы в случае аварии жидкость при растекании не угрожала затоплением предприятию или другим промышленным, жилым и общественным зданиям и сооружениям.

Для удаления производственных и фекальных сточных вод на предприятии устраивают канализационную сеть, присоединенную к городской канализации или к собственной системе очистных сооружений. Условия отведения сточных вод должны соответствовать требованиям «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и в каждом конкретном случае согласовываться с территориальными учреждениями санитарно-эпидемиологической службы.

Фекальная канализация должна быть отделена от производственной и иметь самостоятельный выпуск в коллектор.

Проектируемые здания должны иметь прямоугольную форму (рис. 19). Санитарные разрывы между зданиями с естественным освещением (оконные проемы) должны быть равны расстоянию не менее наибольшей высоты до карниза противостоящих зданий. Ширину между крыльями здания (П-образная форма здания) устанавливают не менее полусуммы высот противостоящих зданий, но не менее 15 м. Строить здания с замкнутым двором (рис. 20) не рекомендуется. Наименьшие расстояния между зданиями и сооружениями зависят от степени огнестойкости здания и категории производства. Наименьшим расстоянием между зданиями и сооружениями считается расстояние в свету между наружными стенами или конструкциями при наличии выступающих конструкций. Допускается уменьшать пожарные разрывы между зданиями I, II и III степени огнестойкости с производствами категорий А, Б, В и Е, если предусмотрены стационарные автоматические системы пожаротушения.

При проектировании складов топлива, газгольдеров необходимо соблюдать регламентируемые разрывы.

Пожарные депо надлежит располагать на земельных участках, примыкающих к дорогам общего пользования. Пожарное депо, как правило, должно обслуживать группу предприятий (рис. 18-21).

Радиусы обслуживания пожарным депо принимаются в зависимости от категории производства и площади застройки предприятий. При необходимости на предприятии предусматривают дополнительные пожарные посты, которые могут быть встроены в здания категорий В, Г и Д.

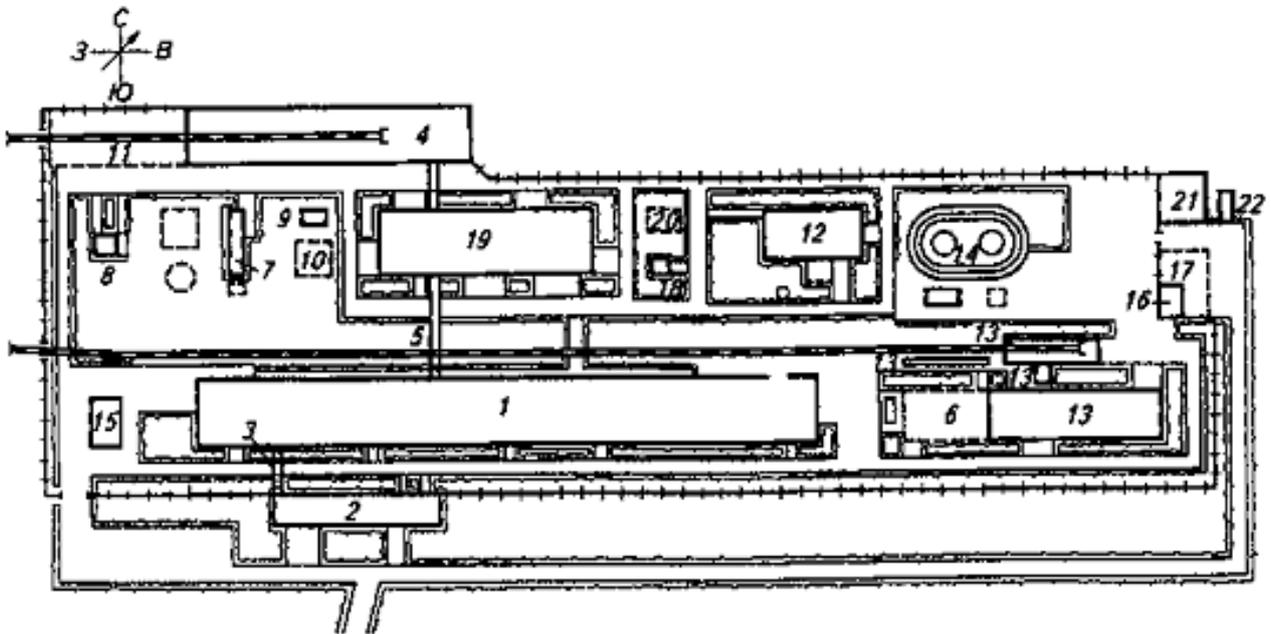


Рис. 18. Генеральный план желатинового завода мощностью 1200 т в год:

1 – главный производственный корпус; 2 – административно-бытовой корпус; 3 – переходная галерея; 4 – корпус первичной переработки кости; 5 – транспортная галерея; 6 – площадка для цистерн с кислотой; 7 – насосная станция; 8 – канализационная станция; 9 – станция повторного использования воды; 10 – резервуар для воды; 11 – площадка для разгрузки кости; 12 – котельная; 13 – станции для известкового молока и кислот; 14 – подземные хранилища для мазута; 15 – трансформаторная подстанция; 16 – пожарное депо; 17 – гараж для автомашин; 18 – газорегуляторный пункт; 19 – корпус подсобных цехов; 20 – склад для аммиака и масел; 21 – пункт мойки и дезинфекции машин; 22 – грязеотстойник с бензоуловителем

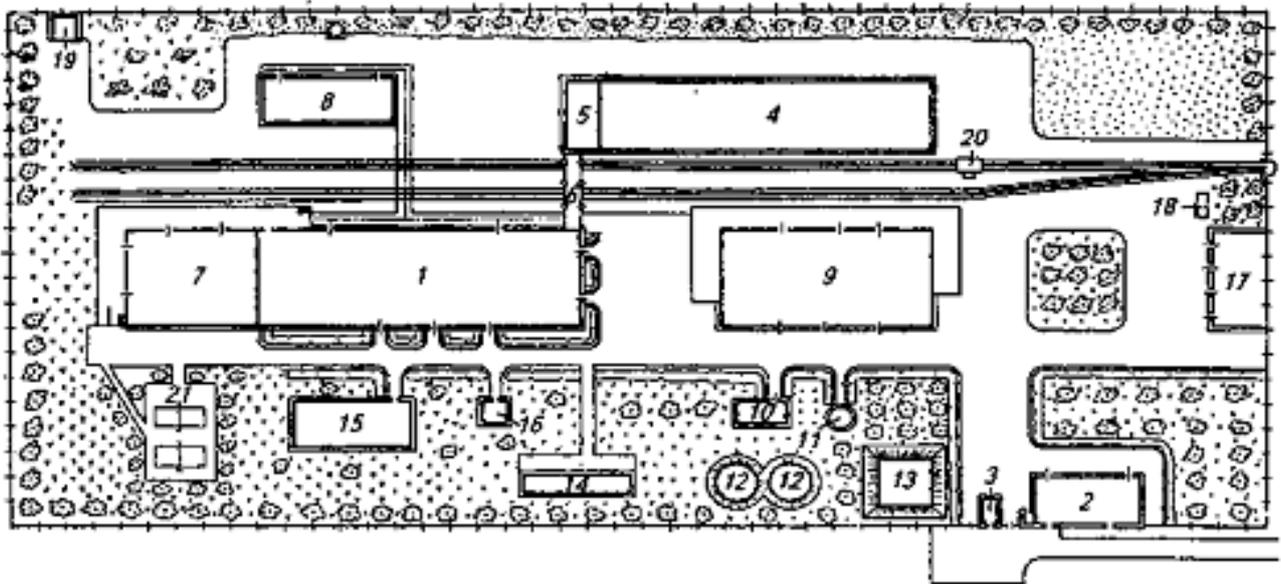


Рис. 19. Генеральный план клеевого завода мощностью 1500 т в год:

1 – главный производственный корпус; 2 – административный корпус; 3 – центральная весовая; 4 – склад кости; 5 – отделение дробления кости; 6 – транспортная галерея для сырья; 7 – склад костной муки; 8 – котельная; 9 – корпус подсобных цехов и материальный склад; 10 – насосная станция; 11 – водонапорная башня; 12, 13 – резервуары для питьевой и технической воды; 14 – градирня; 15 – склад бензина и кислоты; 16 – котельная; 17 – гараж; 18 – грязеотстойник с бензоуловителем; 19 – канализационная станция; 20 – вагонные весы грузоподъемностью 30 т; 21 – зоны отдыха со спортивными площадками для рабочих

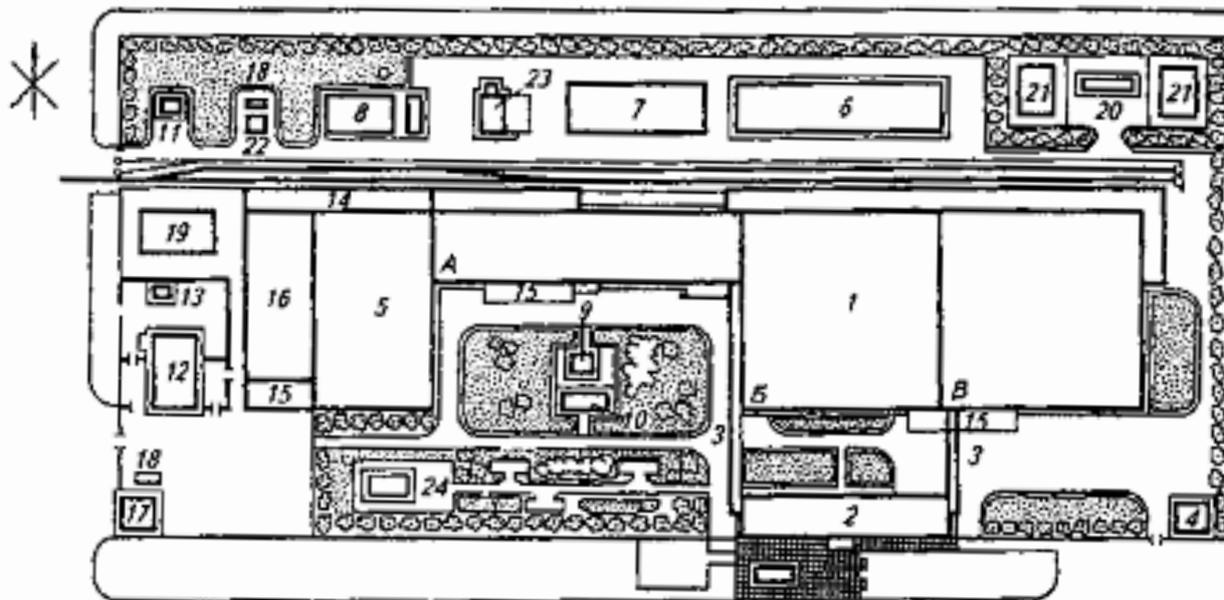


Рис. 20. Генеральный план типового мясокомбината (одноэтажный):

1 – главный производственный корпус: А – мясожировой цех; Б – холодильник с машинным отделением и трансформаторной подстанцией; В – мясоперерабатывающий цех; 2 – административно-бытовой корпус; 3 – переходные мостики; 4 – центральная весовая; 5 – корпус предубойного содержания скота; 6 – корпус подсобных цехов; 7 – площадка для материалов; 8 – котельная с тепловым пунктом; 9 – конденсаторное отделение; 10 – градирня; 11 – склад аммиака и масел; 12 – санитарный блок; 13 – дезинфектор; 14 – железнодорожные платформы; 15 – автомобильные платформы; 16 – весовая и загоны для скота

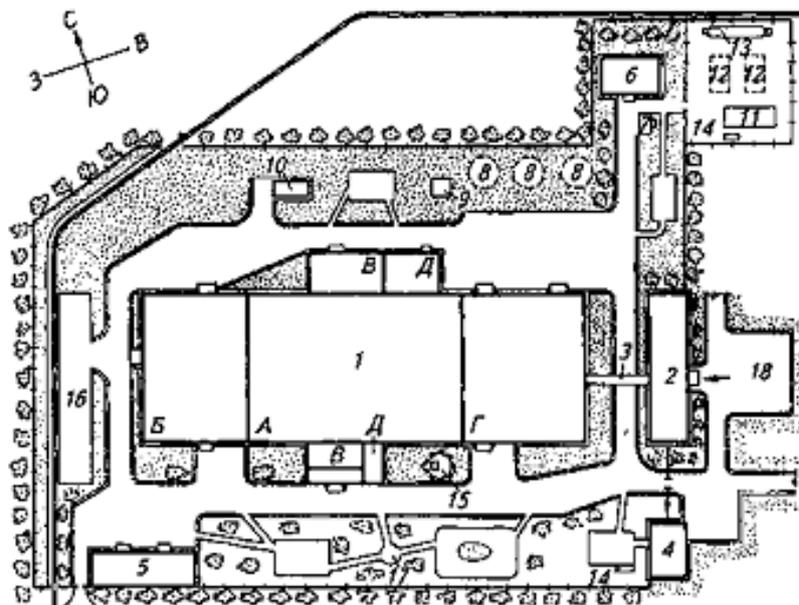


Рис. 21. Генеральный план перопуховой фабрики мощностью 4,3 т переработки пера в смену (реальный проект): 1 – главный производственный корпус: А – цех (отделение) переработки пера; Б – склад пера; В – пылевые камеры; Г – цех (от-деление) готовой продукции; Д – электрощитовые; 2 – административно-бытовой корпус; 3 – переходной мостик; 4 – пожарное депо; 5 – корпус подсобных цехов; 6 – котельная; 7 – канализационная станция; 8 – резервуар для воды; 9 – насосная станция; 10 – трансформаторная подстанция; 11 – мазутонасосная станция; 12 – подземные резервуары для мазута; 13 – эстакада на два вагона-цистерны; 14 – нефте- и грязеуловители; 15 – станция перекачки конденсата; 16 – площадка для приема пера из железнодорожных вагонов; 17 – зона отдыха; 18 – стоянка для автомашин

Выезды из пожарных постов и депо должны быть расположены так, чтобы выезжающие пожарные автомобили не пересекали основных потоков транспорта и пешеходов.

На территории предприятия должны быть предусмотрены противопожарные водоемы и система пожаротушения (рис. 20).

При проектировании предприятий необходимо предусмотреть мероприятия по благоустройству территории.

Участки для отдыха рабочих проектируют в местах, удаленных от вредных производств и отделенных зелеными насаждениями (рис. 19-21).

Зеленые насаждения играют важную роль в санитарно-гигиеническом, противопожарном и художественно-декоративном отношении. Они оздоравливают воздушную среду, защищают от ветра и вредных воздействий, создают комфортность при отдыхе и улучшают эстетические условия предприятия. К тому же установлено, что зеленый цвет благоприятно действует на глаза. Кроме того, черемуха, ель, сосна, цитрусовые и некоторые другие растения выделяют летучие вещества, обладающие бактерицидным действием.

Для озеленения площадок предприятий следует применять местные виды древесно-кустарниковых растений с учетом их санитарно-защитных и декоративных свойств.

Площадь участков озеленения следует планировать из расчета не менее 3 м<sup>2</sup> на одного работающего. Площадь озеленения должна быть не более 15% площади предприятия (рис. 21).

Свободные участки территории предприятия следует озеленять древесно-кустарниковыми насаждениями и газонами. Во избежание засорения продукции и оборудования не допускается озеленять территорию деревьями и кустарниками, выделяющими пух или волокна. Площадь участков, предназначенных для озеленения, следует выбирать согласно разделу СНиП по проектированию генеральных планов промышленных предприятий.

Расстояние от оси деревьев до зданий должно быть не менее 5 м, до оси железнодорожных путей – не менее 5 м, до подземных сетей – не менее 1,5-2,0 м; расстояние между деревьями 2,5-3 м; между кустарниками 0,4-1,0 м.

Основным элементом озеленения следует рассматривать газон.

В качестве озеленения допускается применять «передвижные сады», размещая деревья и кустарники в контейнерах.

На территории предприятия с наветренной стороны следует проектировать благоустроенные площадки для отдыха из расчета не более 1 м<sup>2</sup> на одного работающего.

Вдоль дорог следует предусматривать тротуары на расстоянии от железнодорожной колеи не ближе 3,75 м, от автомобильной дороги не ближе 0,8 м, от зданий не ближе 0,5 м, ширина тротуара должна быть не менее 1,5 м.

При размещении тротуаров рядом или на общем с автомобильной дорогой земляном полотне они должны быть отделены от дороги разделительной полосой шириной не менее 0,8 м, тротуар должен располагаться на уровне верха бортового камня, но не менее чем на 15 см выше проезжей части.

На территории предприятия, как правило, не допускается пересечение пешеходного движения с железнодорожными путями. При необходимости переходы оборудуют предупреждающими устройствами (светофор, звуковая сигнализация).

Инженерные сети разделяют на сети общего назначения, водопроводные, канализационные водосточные, теплофикационные, дренажные, электросети всех видов и сети производственные, предназначенные для передачи жидких или газообразных продуктов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Для предприятий следует проектировать единую систему инженерных сетей, размещаемых в технических полосах на наименьших участках территории и обеспечивающих увязку со зданиями и сооружениями.

На площадках промышленных предприятий следует предусматривать преимущественно *подземный* и *надземный* способы размещения инженерных сетей.

Сети различного назначения, как правило, размещают совместно в общих траншеях, тоннелях, на низких опорах с соблюдением соответствующих санитарных и противопожарных норм и правил безопасности эксплуатации сетей. Также допускается совместное подземное размещение трубопроводов опорного водоснабжения, тепловых сетей и газопроводов с технологическими трубопроводами.

При прокладывании допускается пересечение тепловых сетей производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий.

Инженерные сети размещают, как правило, вдоль основных магистральных проездов прямолинейно и параллельно линиям застройки. Пересечение проездов сетями трубопроводов следует устраивать под прямым углом к оси проезда.

*Подземные сети* нельзя прокладывать вдоль проезжей части автомобильных дорог.

Сети ливневой канализации и проходные туннели разрешается проектировать под проезжей частью, так как ремонт сети не требует вскрытия грунта.

Расстояние от подземных сетей трубопроводов должно составлять 1,5...5,0 м.

В целях сокращения протяженности инженерных сетей и уменьшения территории, необходимой для их укладки, сети прокладывают совместно в туннелях.

В каналах и туннелях допускается размещать газопроводы горючих газов с давлением до 0,5 МПа совместно с другими трубопроводами и кабелями связи при условии устройства освещения и вентиляции и не допускается совместное размещение: газопроводов горючих газов с кабелями силовыми и освещения; трубопроводов тепловых сетей с газопроводами сжиженного газа, трубопроводами холода, легковоспламеняющимися жидкостями, со стоками бытовой канализации.

Согласно СНиП трубопроводы легковоспламеняющихся жидкостей допускается располагать совместно с напорными сетями водопровода (кроме пожарного и напорной канализации).

Подземные инженерные сети следует размещать параллельно в общей траншее; при этом расстояние между сетями, а также от сетей до фундаментов зданий должно обеспечивать условия монтажа и обслуживания: от водопровода до здания – 5 м, до железнодорожных путей – 4 м, до газопровода – 1 м, до тепловой сети 1,5 м и др.

При пересечении инженерных сетей расстояние по вертикали (в свету) должно быть:

- между трубопроводами или кабелями связи (электрокабелями и железнодорожными путями или автомобильными дорогами) не менее 0,6 м;
- между трубопроводами различного назначения (за исключением канализационных) не менее 0,2 м.

Трубопровод питьевой воды следует размещать выше остальных на 0,4 м.

Пересечение трубопроводов с железнодорожными путями и автодорогами необходимо предусматривать под углом 90°.

**Наземные инженерные сети** следует располагать на опорах, эстакадах, в галереях или стенах зданий и сооружений.

Не допускается прокладывать трубопроводы с горючими газами по стораемым покрытиям и стенам, а также газопровод с горючими газами на территории складов легковоспламеняющихся и горючих материалов.

При наземном размещении сетей необходимо предусмотреть защиту их от механических повреждений и неблагоприятного атмосферного воздействия. Для этого их следует размещать на шпалах, уложенных в открытых лотках, на отметках ниже планировочных отметок территории.

Трубопроводы для горючих газов и бытовой канализации нельзя размещать в открытых траншеях и лотках.

Наземные сети не допускается размещать в пределах полосы, отведенной для укладки подземных сетей.

Не допускается проектировать наземное и надземное размещение пожарного водопровода системы канализации (промышленных сточных, фекальных и ливневых вод).

## **2.1. Подсобные и вспомогательные помещения**

### **2.1.1. Подсобные помещения**

К подсобным помещениям относятся производственная лаборатория; зарядная станция; ремонтно-механические и столярные мастерские; мастерская КИП; помещения и кладовые для хранения пожарного инвентаря, смазочных материалов, уборочного инвентаря; материальный склад.

**Производственные лаборатории** следует размещать в помещении с естественным освещением, ближе к производственным отделениям, но на достаточном удалении от источников вибрации, так как это может повлиять на точность анализов. Одна из стен лаборатории должна быть капитальной (лучше наружная), на ней следует устанавливать аналитические весы.

Площадь производственных лабораторий определяется по соответствующему приложению ВНТП в зависимости от мощности предприятия.

Набор оборудования, инвентаря, посуды и мебели для производственных лабораторий следует предусматривать в зависимости от мощности предприятия и вырабатываемого ассортимента согласно приложению ВНТП.

**Зарядная станция** проектируется на предприятиях, где применяются электропогрузчики для механизации работ на складах сырья и готовой продукции. Состав и площадь зарядных станций, набор оборудования определяются в зависимости от типа аккумуляторов и количества мест для зарядки. Проектирование зарядных станций должно осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в Указаниях по проектированию зарядных станций тяговых и стартерных аккумуляторных батарей.

**Ремонтно-механическая** и **столярная мастерские** должны проектироваться с набором оборудования и станков согласно соответствующему приложению к ВНТП. При этом следует учитывать наличие ремонтной и машино-строительной баз в объединении, куда входит проектируемый хлебозавод или цех. Мастерские не должны быть оторваны от производственных помещений.

Для механизации работ по погрузке и разгрузке оборудования, запасных частей и материалов следует предусмотреть в проекте разгрузочную рампу с выходящим из помещения мастерской электротельфером на монорельсе или кранбалке. Для проведения сварочных работ должны быть сварочные посты, оборудованные ограждениями и вентиляцией. Столярная мастерская должна быть приближена к экспедиции. На предприятиях мощностью 45 т/сут и более проектируется **мастерская КИП**.

Ориентировочные площади помещений мастерских указаны в табл. 2 (уточняются в зависимости от типа устанавливаемого оборудования).

Таблица 2

Площадь помещений мастерских

Мастерская	Площадь, м <sup>2</sup> , на предприятиях мощностью, т/сут			
	20	30	45-60	100-135
Ремонтно-механическая	36	50-70	70-100	100-150
Столярная	-	36	36-50	50-70
Ремонта КИП	-	12-15	18-36	36-50

Площадь остальных подсобных помещений не регламентируется и определяется в каждом конкретном случае расчетом и компоновочными решениями.

### 2.1.2. Вспомогательные помещения

К вспомогательным относятся бытовые помещения - гардеробные, душевые, помещения для собраний и общественных организаций, кабинеты директора, главного инженера, главного механика, заведующего производством, по технике безопасности и пожарной безопасности, технической и профессиональной учебы и др.

Площади этих помещений, а также помещений для отдыха, здравпункта, столовой или буфета, комнат приема пищи определяются по данным ВНТП и соответствующих СНиПов.

Предусматривается помещение бельевой площадью не менее 12 м<sup>2</sup> с кладовой загрязненной спецодежды площадью 4-6 м<sup>2</sup>.

При расчетах и проектировании бытовых помещений определяющим фактором является количество работающих на предприятии мужчин и женщин.

При проектировании гардеробных следует предусматривать резервную площадь для установки дополнительных шкафов из расчета 10% от принятого количества их. При расчетах можно использовать приложение ВНТП «Группа производственных процессов по профессиям».

Гардеробные для специальной одежды, как правило, оборудуются открытыми шкафами. Возможны и другие варианты, в том числе открытое хранение спецодежды без шкафов. Для подсобных рабочих (грузчиков) склада и экспедиции в гардеробных следует на отдельном участке проектировать открытые шкафы большей вместимости (50x40x165 мм). При душевых должны предусматриваться преддушевые.

### 3. ОТОПЛЕНИЕ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

#### 3.1. Система отопления

Отопление помещений может быть *конвективным* и *лучистым*.

К *конвективному* относят отопление, при котором температура воздуха  $t_B$  поддерживается на более высоком уровне, чем радиационная температура помещения  $t_R$  ( $t_B > t_R$ ), понимая под радиационной усредненную температуру поверхностей, обращенных в помещение, вычисленную относительно человека, находящегося в середине помещения. Это широко распространенный способ отопления.

*Лучистым* считают отопление, при котором радиационная температура помещения превышает температуру воздуха ( $t_R > t_B$ ). Лучистое отопление при несколько пониженной температуре воздуха (по сравнению с конвективным отоплением) более благоприятно для самочувствия людей в помещениях (например, до 18-20 °С вместо 20-22 °С в помещениях гражданских зданий).

Конвективное или лучистое отопление помещений осуществляется специальной технической установкой, называемой *системой отопления*. *Система отопления* – это совокупность конструктивных элементов со связями между ними, предназначенных для получения, переноса и передачи необходимого количества теплоты в обогреваемые помещения.

#### 3.2. Основные конструктивные элементы системы отопления

К основным конструктивным элементам системы отопления относятся (рис. 22):

- 1) теплоисточник (теплообменник при централизованном теплоснабжении) – элемент для получения теплоты;
- 2) теплопроводы – элемент для переноса теплоты от теплоисточника к отопительным приборам;

3) отопительные приборы – элемент для теплопередачи в помещения.

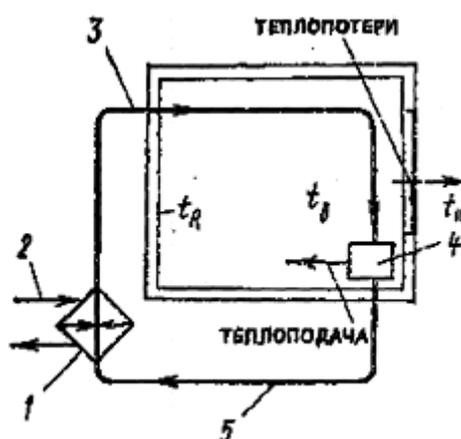


Рис. 22. Принципиальная схема системы отопления:

1 – теплообменник (тепло-генератор); 2 – подвод первичного теплоносителя (топлива); 3 - подающий теплопровод; 4 – отопительный прибор; 5 - обратный теплопровод

Перенос по теплопроводам может осуществляться с помощью жидкой или газообразной рабочей среды. Жидкая (вода и другие жидкости) или газообразная (пар, воздух, газ) среда, перемещающаяся в системе отопления, называется *теплоносителем*.

К системе отопления предъявляются разнообразные требования. Все требования можно разделить на пять групп:

1) санитарно-гигиенические – поддержание заданной температуры воздуха и внутренней поверхности ограждений во времени, в плане и по высоте помещений при допустимой подвижности воздуха; ограничение температуры поверхности отопительных приборов;

2) экономические – невысокие капитальные вложения с минимальным расходом металла, экономный расход тепловой энергии при эксплуатации;

3) архитектурно-строительные – соответствие интерьеру помещений, компактность, увязка со строительными конструкциями, согласование со сроком строительства зданий;

4) производственно-монтажные – максимальное число унифицированных узлов и деталей, механизация их изготовления, сокращение трудовых затрат при монтаже;

5) эксплуатационные – эффективность действия в течение всего периода работы, связанная с надежностью и техническим совершенством системы.

Деление требований на пять групп условно, так как в них входят требования, относящиеся как к периоду проектирования и строительства, так и эксплуатации зданий.

Наиболее важны санитарно-гигиенические и эксплуатационные требования, которые обуславливаются необходимостью поддерживать заданную температуру в помещениях в течение отопительного сезона и всего срока службы системы.

### **3.3. Классификация систем отопления**

Системы отопления по расположению основных элементов подразделяются на *местные* и *центральные*.

В *местных системах* для отопления одного помещения все три основных элемента конструктивно объединяются в одной установке, непосредственно в которой происходят получение, перенос и теплопередача в помещение. Теплопереносная рабочая среда нагревается горячей водой, паром, электричеством или при сжигании какого-либо топлива.

Примером местной системы отопления является газовоздушный отопительный агрегат (рис. 23). Тепловая энергия, получаемая при сжигании газообразного топлива в горелке, передается в поверхностном теплообменнике теплоносителю воздуху, нагнетаемому вентилятором. Горячий воздух по теплопроводам – каналам (путь указан на рисунке стрелками) выпускается в помещение после очистки в фильтре. Охладившиеся продукты сгорания газа удаляются (пунктирные стрелки) через дымоход в атмосферу.

В местной системе отопления с использованием электрической энергии теплопередача может осуществляться с помощью жидкого или газообразного теплоносителя либо без него непосредственно через твердую среду.

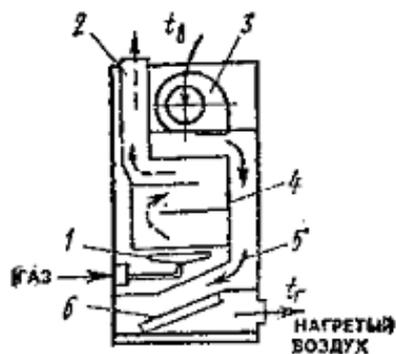


Рис. 23. Схема газовоздушного отопительного агрегата:

1 – газовая горелка; 2 – дымоход; 3 – вентилятор; 4 – теплообменник; 5 – теплопроводы – каналы; б – воздушный фильтр

**Центральными** называются системы, предназначенные для отопления группы помещений из одного теплового центра. В тепловом центре находятся теплообменники или теплогенераторы (котлы). Они могут размещаться в обогреваемом здании (в местном тепловом пункте или котельной), а также вне здания – в центральном тепловом пункте (ДТП), на тепловой станции (отдельно стоящей котельной) или ТЭЦ.

Теплопроводы центральных систем подразделяют на *магистраль* (подающие, по которым подается теплоноситель, и обратные, по которым охладившийся теплоноситель отводится), *стояки* (вертикальные трубы или каналы) и *ветви* (горизонтальные трубы или каналы), связывающие магистрали с *подводками* к отопительным приборам (с ответвлениями к помещениям при теплоносителе воздухе).

Примером центральной системы является система отопления зданий с собственной котельной, принципиальная схема которой не будет отличаться от схемы на рис. 22, если отопительные приборы размещены во всех помещениях здания.

Центральная система отопления называется *районной*, когда группа зданий отапливается из отдельно стоящей центральной тепловой станции. Теплообменники и отопительные приборы системы здесь также разделены: теплоноситель (например, вода) нагревается на тепловой станции, перемещается по наружным и внутренним (внутри зданий) теплопроводам в отдельные помещения каждого здания к отопительным приборам и, охладившись, возвращается на станцию (рис. 24).

В современных системах теплоснабжения гражданских зданий от ТЭЦ и крупных тепловых станций используются два теплоносителя. *Первичный высокотемпературный теплоноситель* перемещается от ТЭЦ или станции по городским распределительным теплопроводам к ЦТП (или к отдельным зданиям) и обратно. *Вторичный теплоноситель* после нагревания в теплообменниках

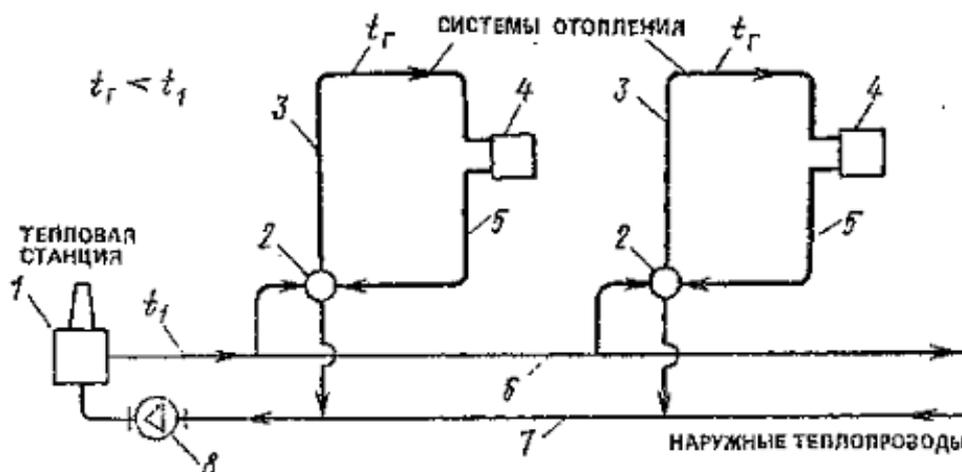


Рис. 24. Принципиальная схема районной системы отопления:

1 – приготовление первичного теплоносителя; 2 – местный тепловой пункт; 3 и 5 – внутренние подающие и обратные теплопроводы; 4 – отопительные приборы; 6 и 7 – наружный подающий и обратный теплопроводы; 8 – циркуляционный насос (или смешения с первичным) поступает по наружным (внутриквартальным) и внутренним теплопроводам к отопительным приборам в каждом обогреваемом помещении и затем возвращается в ЦТП.

Первичным теплоносителем обычно служат вода, пар или газообразные продукты сгорания топлива. Если, например, первичная высокотемпературная вода нагревает вторичную воду, то такую центральную систему отопления, строго говоря, следует именовать водоводяной. Аналогично могут существовать водовоздушная, пароводяная, паровоздушная, газозводная и другие системы центрального отопления.

По виду основного (вторичного) теплоносителя местные и центральные системы отопления принято называть системами *водяного, парового, воздушного* и *газового* отопления.

### **3.4. Водяное отопление**

Водяное отопление с искусственным побуждением циркуляции воды при помощи насоса – насосно-водяное отопление – получило широкое распространение. Водяное отопление с естественной циркуляцией – гравитационное применяют в настоящее время сравнительно редко.

Практика подтвердила гигиенические и технические преимущества водяного отопления. При водяном отоплении отмечают (по сравнению с паровым) относительно невысокую температуру поверхности приборов и труб, равно-мерную температуру помещений, значительный срок службы, экономию тепло-вой энергии, бесшумность действия, простоту обслуживания и ремонта.

#### **3.4.1. Теплоснабжение системы водяного отопления**

Во второй половине XX в. распространилось централизованное водяное теплоснабжение, при котором используется высокотемпературная вода, поступающая в здание издалека – из ТЭЦ или центральной тепловой станции (рис. 25).

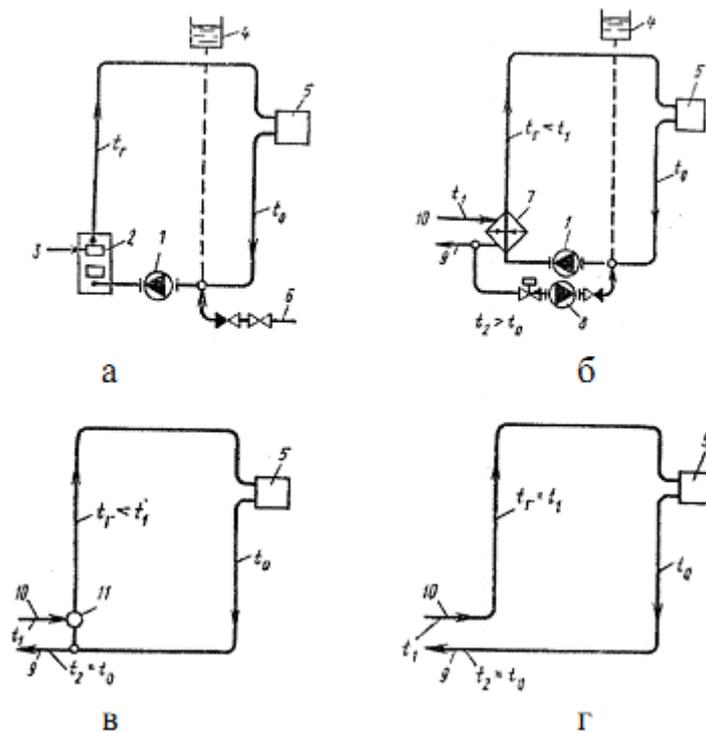


Рис. 25. Принципиальные схемы системы насосного водяного отопления при местном теплоснабжении (а) и присоединении к наружным теплопроводам централизованного теплоснабжения (б, в, г):

1 – циркуляционный насос; 2 – котел; 3 – подача топлива; 4 – расширительный бак; 5 – отопительные приборы; 6 – водопровод; 7 – теплообменник; 8 – подпиточный насос; 9, 10 – наружные подающий и обратный теплопроводы; 11 – смесительная установка

При централизованном **водяном теплоснабжении** применяют три способа присоединения системы насосного водяного отопления к наружным теплопроводам (рис. 25, б-г).

**Независимая схема** присоединения системы насосного водяного отопления (рис. 25, б) близка по своим элементам к схеме при местном теплоснабжении (рис. 25, а). Лишь котлы заменяют теплообменниками и систему заполняют деаэрированной водой (лишенной растворенного воздуха) из наружной тепловой сети, используя высокое давление в ней или специальный подпиточный насос, если это давление недостаточно высоко.

Воду для заполнения системы, как правило, забирают из обратного теплопровода (показано на рисунке). Возможна, однако, подача воды из подающего теплопровода, если давление высокотемпературной воды, передающееся при этом в систему, допустимо для всех ее элементов.

При независимой схеме создается местный теплогидравлический режим в системе отопления при пониженной температуре греющей воды ( $t_r < t_i$ ). Первичная вода после теплообменников должна иметь температуру выше температуры обратной воды в системе отопления ( $t_2 > t_0$ ). Если, например, расчетная температура  $t_0 = 70^\circ\text{C}$ , то для сокращения площади нагревательной поверхности теплообменников температура  $t_2$  должна быть не ниже  $75^\circ\text{C}$ .

Независимую схему присоединения применяют, когда в системе не допускается повышение гидростатического давления (по условию прочности отопительных приборов) до давления, под которым находится вода в наружном обратном теплопроводе.

Преимуществом независимой схемы, кроме обеспечения теплогидравлического режима, индивидуального для каждого здания, является возможность сохранения циркуляции с использованием теплосодержания воды в течение некоторого времени, обычно достаточного для устранения аварийного повреждения наружных теплопроводов. Система отопления при независимой схеме служит дольше, чем система с местной котельной, вследствие уменьшения коррозионной активности воды.

**Зависимая схема** присоединения системы отопления со смешением воды проще по конструкции и в обслуживании. Стоимость ее ниже стоимости независимой схемы (благодаря исключению таких элементов, как теплообменники, расширительный бак и подпиточный насос, функции которых выполняются централизованно на тепловой станции). Эту схему выбирают, когда в системе требуется температура воды  $t_r < t_i$  и допускается повышение гидростатического давления до давления, под которым находится вода в наружном обратном теплопроводе. Смешение обратной воды из системы

отопления с высокотемпературной водой из наружного подающего теплопровода осуществляют при помощи смесительного аппарата – насоса или водоструйного элеватора. Насосная смесительная установка имеет преимущество перед элеваторной: ее КПД выше; в случае аварийного повреждения наружных теплопроводов возможно, как и при независимой схеме присоединения, сохранение циркуляции воды в системе отопления. Смесительный насос можно применять в системах отопления со значительным гидравлическим сопротивлением, тогда как при использовании элеваторной смесительной установки потери давления в системе должны быть сравнительно небольшими. Водоструйные элеваторы получили широкое распространение благодаря безотказному и бесшумному действию.

Недостатком зависимой схемы присоединения со смешением является незащищенность системы от повышения в ней гидростатического давления, непосредственно передающегося через обратный теплопровод, до значения, опасного для целостности отопительных приборов и арматуры.

*Зависимая прямоточная схема* присоединения системы отопления к наружным теплопроводам наиболее проста по конструкции в обслуживании: в системе отсутствуют такие элементы, как теплообменник или смесительная установка, циркуляционный и подпиточный насосы, расширительный бак (рис. 25, з). Прямоточную схему применяют, когда в системе допускаются подача высокотемпературной воды ( $t_r=t_1$ ) и значительное гидростатическое давление или при прямой подаче низкотемпературной воды.

Недостатками зависимой прямоточной схемы являются невозможность местного регулирования температуры горячей воды и зависимость теплового режима здания от «обезличенной» температуры воды в наружном подающем теплопроводе. Высота зданий, в которых используют высокотемпературную воду, ограничена вследствие необходимости сохранить в системе гидростатическое давление, достаточно высокое для предотвращения вскипания воды.

При централизованном теплоснабжении с применением независимой и зависимых схем присоединения в системе отопления циркулирует деаэрированная вода. Это не только упрощает удаление воздуха из системы (фактически удаление воздушных скоплений проводят только в пусковой период после монтажа и ремонта), но и увеличивает срок ее службы.

### **3.5. Выбор основной схемы отопления здания**

При выборе схемы системы отопления здания необходимо учитывать особенности его теплового режима. Это, прежде всего, действие инфильтрации наружного воздуха под влиянием гравитационных сил и ветра, а также солнечной радиации и особенностей технологических тепловыделений.

Зимой инфильтрация переохлаждает нижние этажи, поэтому в многоэтажных зданиях целесообразно применение систем отопления с подачей теплоносителя снизу вверх (с опрокинутой циркуляцией) и с позонным делением по высоте здания. Лестничные клетки, лифтовые шахты и холлы должны отапливаться в основном внизу. Необходимы интенсивный обогрев вестибюлей, устройство теплых тамбуров, нагрев пола.

Охлаждающее действие инфильтрации связано с ориентацией ограждений помещения и зависит от направления и скорости ветра. В связи с этим желательно предусматривать пофасадное разделение системы отопления. Эта рекомендация связана также с действием солнечной радиации.

Зонирование системы отопления по высоте и фасадам здания позволяет регулировать теплоотдачу приборов в зависимости от скорости и направления ветра, температуры наружного воздуха, интенсивности солнечной радиации. Такое членение системы не исключает необходимости индивидуального ручного или автоматического регулирования теплоотдачи отопительных приборов в отдельных помещениях в связи с разнообразием режимов бытовых и технологических тепловыделений.

Система отопления может использоваться для охлаждения помещений в теплый период года. В этом случае следует отдавать предпочтение потолочной панельно-лучистой системе или конвекторной системе с расположением ребренных поверхностей приборов, исключающим образование холодных токов воздуха вдоль пола в зимних и летних условиях.

При совмещенных системах кондиционирования микроклимата, когда наряду с отоплением в здании предусмотрено воздушное отопление или кондиционирование воздуха, основным назначением системы отопления становится не компенсация теплопотерь, а локализация охлаждающего влияния наружных ограждений, особенно окон.

Могут быть и другие случаи учета теплового режима при выборе отопления. Например, при строительстве в районе вечной мерзлоты, когда необходимо для устойчивости здания сохранить мерзлый грунт в его основании, лучше отказаться от разводки теплопроводов в подполье первого этажа. В то же время при обогреве теплиц как раз особая забота состоит в обеспечении нагревания грунта. Одним словом, выбор устройства для обогрева помещения и основной схемы системы отопления должен проводиться прежде всего с учетом особенностей теплового режима отдельных помещений и здания, так как только в этом случае система отопления сможет выполнить свою основную задачу – обеспечить во всех помещениях здания комфортную, требуемую по функциональному назначению тепловую обстановку в холодный период года.

### **3.6. Электрическое отопление**

При электрическом отоплении получение теплоты связано с преобразованием электрической энергии. По способу получения теплоты электрическое отопление может быть с прямым преобразованием электрической энергии в тепловую и с трансформацией электричества в теплоту в тепловых насосах.

Системы электрического отопления подразделяются на местные, когда электроэнергия преобразуется в тепловую в обогреваемых помещениях или в непосредственной близости от них, и центральные с электродкотлами.

По степени использования электроэнергии для отопления различают системы с полным покрытием отопительной нагрузки и с частичным ее покрытием в качестве как фоновой (базисной), так и догревающей частей системы.

Системы электрического отопления могут работать по свободному и вынужденному (например, только ночью) графикам.

Достоинствами систем электрического отопления являются высокие гигиенические показатели, малый расход металла, простота монтажа при сравнительно небольших капитальных вложениях, управляемость в широких пределах с автоматизацией регулирования. Возможность гибкого управления процессом получения теплоты позволяет создавать системы отопления, быстро реагирующие на изменение теплопотребности помещений.

Высокая транспортабельность создает условия для использования электрической энергии в системах отопления зданий и сооружений в отдаленных районах, не имеющих других источников теплоты, а отсутствие продуктов сгорания – в экологически чистых зонах.

К недостаткам электрического отопления относят высокую температуру греющих элементов, повышенную пожарную опасность. Распространение электрического отопления в стране сдерживается неэкономичным использованием топлива, а также ограниченным уровнем выработки электроэнергии. Отпускная стоимость энергии высокая из-за значительных капитальных вложений в электростанции и линии передач, потерь при транспортировании.

Полное электроотопление зданий требует значительного расхода электроэнергии. Годовой расход электроэнергии для отопления 100 м<sup>2</sup> площади гражданского здания колеблется от 35 на юге страны до 125 ГДж на севере.

Для уменьшения расхода топлива целесообразно применять отопительные установки с использованием тепловых насосов. Так, если принять расход топлива на ТЭЦ мощностью 150 МВт за единицу, то на тепловых станциях расходуется топлива: районных – 1,25; домовых – 1,42; для электрического отопления с приборами прямого преобразования в теплоту требуется затратить топлива 1,6 - 2,3, а при электрическом отоплении с тепловыми насосами – всего 1,08.

Целесообразность применения электрического отопления в конкретном случае определяют путем сравнения технико-экономических показателей различных вариантов отопления здания. При сравнении исходят из стоимости топлива или электроэнергии с учетом их транспортирования и потерь при этом, коэффициента использования топлива, стоимости сооружения и эксплуатации систем отопления и теплоснабжения. Принимают также во внимание возможность регулирования теплоотдачи приборов и понижения температуры помещения в нерабочее время. Оценивают улучшение социально-гигиенических условий при применении электроотопления.

В современных условиях применение электрического отопления экономически целесообразно в районах расположения крупных гидростанций, а также при отсутствии местного топлива (отдаленные районы Восточной Сибири, Крайнего Севера). В будущем следует ожидать использования электроэнергии для отопления рассредоточенных потребителей сельских районов страны.

### **3.7. Электрические отопительные приборы**

Электрические приборы с прямым преобразованием электрической энергии в тепловую, как и обычные отопительные приборы, подразделяют по преобладающему способу теплоотдачи на радиационные, конвективные и радиационно-конвективные. При температуре греющей поверхности ниже 70 °С их относят к низкотемпературным, выше 100 °С – к высокотемпературным.

Электроотопительные приборы могут быть стационарными и переносными (напольными, настольными, настенными, потолочными); безынерционными и с аккумуляцией теплоты; нерегулируемыми и со ступенчатым, бесступенчатым и автоматическим регулированием. В зависимости от конструкции электрические отопительные приборы называют электроконвекторами, электрокалориферами, электротепловентиляторами. Выпускают также электрические печи, подвесные панели, греющие обои, панели с греющим кабелем (рис. 26).

### **3.8. Технические показатели систем отопления**

При выборе той или иной системы отопления учитывают особенности теплового режима помещений. Для достижения теплового комфорта в помещениях необходимо равномерное нагревание ограждений, когда устраняются усиленные (вредные для здоровья людей) радиационное охлаждение и движение холодного воздуха у пола.

При обычном водяном и воздушном отоплении, не говоря уже о паровом, достичь равномерного нагревания ограждений затруднительно. Степень равномерности нагревания ограждений при этих системах отопления можно косвенно оценить по изменению температуры воздуха в помещении. Если принять температуру на высоте 1,5 м от поверхности пола помещения одинаковой при различных системах отопления, то по мере приближения к поверхностям пола и потолка она не останется постоянной и будет изменяться с различной интенсивностью.

Наивысшая температура воздуха в верхней зоне отмечается при воздушном отоплении с подачей горячего воздуха под потолком помещения. При этом повышается температура поверхности потолка и возрастают теплопотери наружу, однако увеличивается благоприятное излучение с поверхности потолка. Температура воздуха становится более равномерной по высоте помещения при подаче нагретого воздуха снизу вдоль вертикальных наружных ограждений. В этом случае хотя и увеличиваются теплопотери через

эти ограждения вследствие возрастания температуры их поверхности, ослабляются радиационное охлаждение людей и потоки охлажденного воздуха в помещении.

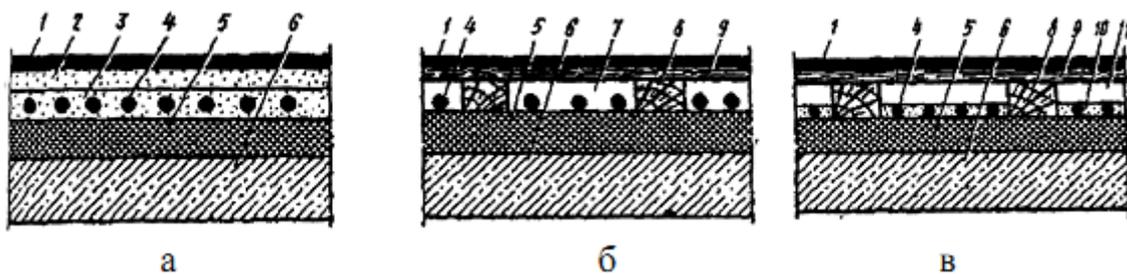


Рис. 26. Греющий кабель в перекрытиях зданий:

*а* - замоноличенный; *б* - в воздушной прослойке; *в* - замоноличенный под воздушной прослойкой; 1 - покрытие пола; 2 - стяжка толщиной 20-30 мм; 3 - за-моноличивающий слой толщиной 20-30 мм; 4 - греющий кабель; 5 - звуко теплоизоляция; 6 - несущая железобетонная плита; 7 - воздушная прослойка толщиной 40-50 мм; 8 - лага 50x50 мм; 9 - настил пола толщиной 20 мм; 10 - замоноличивающий слой толщиной 20 мм; 11 - воздушная прослойка толщиной 30 мм

При водяном отоплении наблюдается более равномерная температура воздуха по высоте помещений, чем при воздушном, причем равномерность температуры зависит от места расположения и вида отопительных приборов.

Нагретая водой или паром поверхность вертикальных отопительных приборов, расположенных вдоль световых проемов, ослабляет и даже предупреждает радиационное переохлаждение людей, а струи теплого воздуха над ними отклоняют ниспадающие холодные потоки воздуха от нижней рабочей зоны помещений.

Длительное работоспособное состояние системы отопления обеспечивается при наличии ее тепловой устойчивости - свойства пропорционально изменять теплоподачу в помещения при изменении общего расхода и температуры теплоносителя. Тепловая устойчивость различных

систем отопления неодинакова, она обусловлена конструкцией систем, способами создания циркуляции теплоносителя и управления работой.

Практически в любой центральной системе отопления многоэтажного здания наблюдается отклонение от условия тепловой устойчивости - *тепловое разрегулирование*. Показателем теплового разрегулирования является отношение действительной теплоподдачи в помещение к требуемой по расчету. Разрегулирование может быть горизонтальным (по длине системы) и вертикальным, может вызывать недогревание и перегревание помещений. Причинами теплового разрегулирования служат неточности, допущенные при проектных и монтажных работах. Вертикальное разрегулирование систем водяного и воздушного отопления происходит также под неравномерным воздействием силы гравитации, однако более устойчивой является система водяного отопления.

В системе парового отопления можно добиться устойчивого распределения теплоносителя по отопительным приборам, но как раз это вызывает (при постоянных параметрах пара) тепловое разрегулирование в теплые периоды отопительного сезона.

При выборе эффективной по различным свойствам и показателям системы отопления учитывают возможность повышения ее тепловой устойчивости, например, путем частичного использования при гидравлическом расчете насосной системы водяного отопления возникающего естественного циркуляционного давления или повышения аэродинамического сопротивления воздуховыпускных насадок.

Большой эффективностью, которая обусловлена сравнительной безотказностью, живучестью и долговечностью, обладает система водяного отопления, простая и удобная в эксплуатации. Ближе к ней подходит система местного воздушного отопления при водяном теплоснабжении, действие которой легко автоматизируется, хотя надежность ее и понижается при увеличении числа побудителей циркуляции воздуха - вентиляторов. Менее эффективна система парового отопления, как более сложная по конструкции и

в обслуживании, имеющая сокращенный срок амортизации, подверженная тепловому разрегулированию. Понижена также эффективность системы центрального воздушного отопления из-за ее усложнения и возможного нарушения распределения воздуха по помещениям, так как воздуховоды из кровельной и тонколистовой стали недолговечны, а из неметаллических материалов (кирпича, блоков, плит, листов) недостаточно плотны. Правда, решающими факторами при выборе могут оказаться попутное обеспечение вентиляции и устранение отопительных приборов из помещений.

Необходимые гигиенические и акустические показатели могут быть достигнуты при использовании систем водяного и центрального воздушного отопления. Это, однако, связано с ограничениями температуры и скорости движения теплоносителя, отражающимися на экономических показателях систем. Применение паровой и местной воздушной (при высокотемпературном первичном теплоносителе) систем сопровождается понижением гигиенических и акустических показателей отопления.

Радиус действия систем различен: при воздушном отоплении он ограничен вследствие малой теплоемкости теплоносителя; при водяном отоплении допустима значительная горизонтальная протяженность, но по вертикали он также ограничен из-за возрастания гидростатического давления; при паровом отоплении возможна значительная протяженность не только горизонтальная, но и вертикальная.

Система водяного отопления обладает значительной тепловой инерцией, особенно при массивных (бетонные панели) или водоемких (чугунные радиаторы) отопительных приборах. При этом ухудшается режимная управляемость, но повышается живучесть системы при аварийном нарушении теплоснабжения (некоторое время поддерживается отопление помещений). Системы парового и воздушного отопления обладают малой тепловой инерцией. Это их свойство может оказаться важным и даже определяющим выбор системы.

Тепловой режим помещений определяется назначением, конструкцией и условиями эксплуатации зданий. Особенности теплового режима отражаются на конструкции, параметрах и режиме действия систем отопления. Технические и экономические показатели центральных систем отопления, а также свойства теплоносителей определяют общие области их применения.

**Системы водяного отопления**, надежные и гигиенически приемлемые, получившие широкое распространение в условиях теплофикации городов и поселков, применяют в гражданских и производственных зданиях.

**Системы парового отопления** из-за санитарно-гигиенических и эксплуатационных недостатков запрещено применять в гражданских зданиях. Паровое отопление можно устраивать в производственных зданиях, в лестничных клетках, пешеходных переходах и вестибюлях, его рекомендуют для прерывистого или дежурного (в нерабочее время) отопления помещений.

Возможность сочетания отопления и вентиляции способствует распространению **воздушного отопления**; центральное воздушное отопление применяют в первую очередь в производственных, а также гражданских зданиях с механической приточной вентиляцией. Системы местного воздушного отопления используют для прерывистого или дежурного обогрева помещений производственных и общественных зданий.

В сельскохозяйственных зданиях (животноводческих, птицеводческих, культивационных) применяют центральное воздушное, местное воздушное и водяное отопление в зависимости от задаваемого теплового режима, наличия и режима действия приточной вентиляции.

Рассмотрим выбор предпочтительного вида отопления и расчетной температуры теплоносителя в зависимости от строительно-технологических особенностей зданий.

Тепловой режим помещений одних зданий поддерживают неизменным в течение всего отопительного сезона, других зданий - изменяют для экономии тепловой энергии с суточной и недельной периодичностью, в праздничные дни, во время каникул, проведения наладочных, ремонтных и других работ.

Здания с постоянным и переменным тепловыми режимами можно разделить в зависимости от санитарно-гигиенических и технологических требований на отдельные группы.

В зданиях и помещениях с постоянным тепловым режимом в течение отопительного сезона применяют следующие системы отопления (с предельной температурой теплоносителя  $t_T$  или теплоотдающей поверхности  $t_{пов}$ ):

1) в больницах и стационарах (кроме психиатрических и наркологических) - системы водяного отопления с радиаторами и панелями при  $t_T = 85^\circ\text{C}$  (металлические приборы) и  $95^\circ\text{C}$  (бетонные приборы) с тем, чтобы средняя температура поверхности отопительных приборов не превышала  $75^\circ\text{C}$ ;

2) в детских дошкольных учреждениях, жилых домах, общежитиях, гостиницах, домах отдыха, санаториях, пансионатах и пионерских лагерях, поликлиниках, амбулаториях, аптеках, здравпунктах, психиатрических и наркологических больницах, банях и душевых павильонах, музеях, выставках, книгохранилищах, архивах, библиотеках, административно-бытовых зданиях при непрерывном производственном процессе - системы водяного отопления с радиаторами и конвекторами (в больницах, банях и душевых павильонах - только с радиаторами) при  $t_T=95^\circ\text{C}$  ( $105^\circ\text{C}$  - для однотрубных систем в перечисленных зданиях, кроме больниц, детских учреждений, бань и душевых павильонов, и до  $130^\circ\text{C}$  - для однотрубных систем при конвекторах с кожухом, если они допустимы в указанных зданиях, за исключением жилых домов и детских учреждений).

В перечисленных зданиях возможно применение электрического отопления (кроме зданий детских учреждений, бань и душевых павильонов), газового отопления (исключая еще и здания больниц) при  $t_T=95^\circ\text{C}$ , а также воздушного отопления (кроме зданий больниц и детских учреждений);

3) в вокзалах, аэропортах, плавательных бассейнах, лестничных клетках, пешеходных переходах, вестибюлях зданий - системы воздушного отопления; водяного отопления с радиаторами и конвекторами (в бассейнах еще и с

гладкими трубами) при  $t_r=150$  °С; электрического (кроме лестничных клеток, пере-ходов и вестибюлей) и газового отопления в плавательных бассейнах при  $t_{пов}=150$  °С; парового отопления в лестничных клетках, переходах и вестибюлях при  $t_r=130$  °С;

4) в производственных помещениях категорий А, Б и В при непрерывном технологическом процессе без выделения пыли и аэрозолей - системы воздушного отопления; водяного отопления с радиаторами и гладкими трубами при  $t_{пов}=150$  °С; парового отопления при  $t_r=130$  °С.

В помещениях категории В допустимо применение электрического и газового отопления при  $t_{пов}=110$  °С.

При выделении пыли и аэрозолей в помещениях категории А и Б предельную температуру теплоносителя принимают 110 °С, в помещениях категории В - 130 °С.

Водяное и паровое отопление не устраивают в помещениях категорий А и Б в тех случаях, когда в них хранят или применяют вещества, образующие при контакте с водой или водяными парами взрывоопасные смеси, или вещества, способные к самовозгоранию или взрыву при взаимодействии с водой.

Кроме того, температуру теплоносителя в системах отопления с местными отопительными приборами в помещениях категорий А, Б и В и для калориферов рециркуляционных воздушных завес, размещаемых в этих помещениях, принимают не менее чем на 20% ниже температуры самовоспламенения газов, паров, пыли или аэрозолей, выделяющихся в помещениях;

5) в производственных помещениях категорий Г и Д при непрерывном технологическом процессе:

а) без выделения пыли и аэрозолей - системы воздушного отопления; водяного отопления с ребристыми трубами, радиаторами и конвекторами при  $t_r=150$  °С; парового отопления при  $t_r=130$  °С; электрического и газового отопления с высокотемпературными темными излучателями;

б) при повышенных требованиях к чистоте воздуха - системы воздушного отопления; водяного отопления с радиаторами, панелями и гладкими трубами при  $t_T=150$  °С;

в) при выделении негорючих пылей и аэрозолей - системы воздушного отопления; водяного отопления с радиаторами при  $t_T=150$  °С; парового отопления при  $t_T=130$  °С; электрического и газового отопления при  $t_{пов}=150$  °С;

г) при выделении горючих пылей и аэрозолей – системы воздушного отопления; водяного отопления с радиаторами и гладкими трубами при  $t_T=130$  °С; парового отопления при  $t_T=110$  °С;

д) при значительных влаговыведениях - системы воздушного отопления; водяного отопления с радиаторами и ребристыми трубами при  $t_T=150$  °С; парового отопления при  $t_T=130$  °С; газового отопления при  $t_{пов}=150$  °С.

В производственных помещениях с выделением возгоняемых ядовитых веществ систему отопления выбирают по специальным нормативным документам.

Во всех перечисленных зданиях и помещениях, кроме производственных помещений категорий А, Б и В, могут быть применены системы водяного отопления со встроенными в строительные конструкции нагревательными элементами.

В зданиях и помещениях с переменным тепловым режимом в течение суток применяют системы отопления (с предельной температурой теплоносителя  $t_T$  или теплоотдающей поверхности  $t_{пов}$ ).

В неутепленных и полуоткрытых зданиях и помещениях магазинов и предприятий общественного питания может быть применено электрическое и газовое отопление с высокотемпературными (до 250 °С) темными излучателями;

В производственных помещениях категорий А, Б, В, Г и Д при работе в одну или две смены применяют системы отопления, указанные для аналогичных помещений с постоянным тепловым режимом. Системы водяного отопления

должны обеспечивать понижение теплоотдачи в помещения в нерабочее время. Системы воздушного отопления рекомендуется устраивать центральными, совмещенными с приточной вентиляцией основных крупных помещений, с применением их для дежурного отопления в нерабочее время; местными с отопительными агрегатами для дежурного отопления при отсутствии или невозможности использовать центральные системы приточной вентиляции.

Для отопления складских помещений и зданий принимают системы отопления, как для производственных помещений, с учетом противопожарных и санитарных требований в зависимости от вида хранимых в них изделий и материалов.

В отдельных помещениях (кроме помещений категорий А и Б) и на рабочих местах в неотапливаемых зданиях или в помещениях при пониженной температуре устраивают системы газового и электрического отопления, в том числе с высокотемпературными (до 250 °С) излучателями (в помещениях категории В при  $t_{\text{пов}} < 110$  °С); воздушного отопления со струйной подачей нагретого воздуха.

Дежурное отопление предусматривают в нерабочее время или во время перерывов в использовании помещений, когда по условиям технологии производства и эксплуатации оборудования, приборов и коммуникаций можно поддерживать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже 5 °С. При этом обеспечивают восстановление нормируемой температуры к началу использования помещения или к началу работы без увеличения приведенных затрат.

Дежурного отопления не устраивают совсем при высокой расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления (выше - 5 °С).

Воздушно-тепловые завесы в открываемых проемах устраивают также при кондиционировании воздуха, недопустимости снижения температуры или значительных влаговыделениях (плавательные бассейны и др.) в помещениях.

Отопительные установки для создания воздушно-тепловых завес

предусматривают в производственных зданиях у наружных ворот (при отсутствии тамбуров или шлюзов), открываемых чаще чем 5 раз или не менее чем на 40 мин. в смену, а также у открытых технологических проемов при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления ( $k_{об}=0,92$ ) минус 15 °С и ниже. Их проектируют у входных дверей, через которые (через один тамбур) проходят 400 чел./ч и более при расчетной температуре от -15 до -25 °С, 250 чел./ч и более при температуре от -26 до -45 °С и 100 чел./ч и более при температуре ниже -45 °С. В частности, воздушно-тепловые завесы предусматривают в тамбурах входов для посетителей в предприятиях общественного питания с числом мест в залах 100 и более, в магазинах с торговыми залами общей площадью 150 м<sup>2</sup> и более.

### **3.9. Условия выбора системы отопления**

При выборе системы отопления для обеспечения заданного теплового режима отапливаемых помещений кроме технических и экономических показателей учитывают также конструктивные и эксплуатационные условия и ограничения, установленные на основании опыта проектирования и эксплуатации здания.

В системах отопления здания, сооружения, жилого района или промышленной площадки принимают единый вид теплоносителя для унификации оборудования, приборов и материалов. Давление теплоносителя устанавливают в соответствии с механической прочностью (допустимым рабочим давлением) выбранных элементов системы в зависимости от расчетной температуры теплоносителя.

В зданиях, включающих отдельные помещения иного назначения (например, пункт бытового обслуживания населения в жилом доме), предусматривают одну общую систему отопления. Крупные помещения или комплексы помещений специального назначения при основном здании (например, магазин, пристроенный к жилому дому; административно-бытовые

помещения производственного здания) оборудуют отдельными системами отопления.

В зданиях устраивают отдельные системы или ответвления от общих систем отопления для обогрева помещений, различно ориентированных по сторонам горизонта, имеющих различные технологические режимы или с резко изменяющейся теплопотребностью, либо предназначенных для периодического пребывания и работы людей. Это делают с целью уменьшения (в случае необходимости) теплоподачи или даже частичного выключения отопления.

Теплопроводы постоянно действующих систем отопления с местными приборами прокладывают в зданиях, начиная от распределительных коллекторов, отдельно от теплопроводов систем прерывистого отопления и теплопроводов для периодически работающих воздухонагревателей систем воздушного отопления и воздушно-тепловых завес.

В производственных зданиях и помещениях, оборудованных централизованной приточной вентиляцией, применяют главным образом воздушное отопление (при кратности воздухообмена, превышающей единицу в 1 ч). Число и мощность центральных систем воздушного отопления определяют в зависимости от деления на системы и трассировки воздухопроводов приточной вентиляции. Отопительные приборы небольших вспомогательных помещений в цехах (например, помещения мастера, ОТК, кладовой) присоединяют последовательно (по однотрубной схеме) к теплопроводам для воздухонагревателей систем воздушного отопления.

В системах водяного отопления отдают предпочтение однотрубной и бифилярной схемам соединения отопительных приборов и искусственному (насосному) побуждению циркуляции воды. Тепловую мощность и протяженность системы отопления находят, исходя из тепловой нагрузки отдельных стояков в вертикальной системе или поэтажных ветвей в горизонтальной системе и располагаемого циркуляционного давления.

При выборе диаметра стояков и поэтажных ветвей имеют в виду, что при

высокой (но допустимой) скорости движения воды потери давления в них могут быть слишком велики для водоструйных элеваторов или местных циркуляционных насосов, развивающих сравнительно небольшое давление.

Вместе с тем увеличение потерь давления в стояках и поэтажных ветвях желательно при наличии значительного перепада давления в наружных теплопроводах, вводимых в здание.

В системах водяного отопления зданий, возводимых из сборных строительных конструкций, применяют нагревательные элементы, встроенные в наружные стены, перекрытия и полы.

Высоту систем водяного отопления ограничивают исходя из допустимого (рабочего) гидростатического давления для выбранных элементов систем (приборов, арматуры, насосов, теплообменников и т.д.). Высота систем не должна превышать (с некоторым запасом) 55 м при использовании чугунных и стальных приборов и 90 м для приборов со стальными греющими трубами.

Высоту систем воздушного отопления ограничивают для уменьшения попутного охлаждения воздуха в вертикальных каналах.

Для высоты двухтрубных систем водяного отопления и канальных систем воздушного отопления устанавливают предел также во избежание чрезмерного нарушения расчетного теплового режима (теплового разрегулирования) вследствие непропорциональной теплоподдачи в помещения под влиянием изменяющегося естественного циркуляционного давления. Этот предел составляет приблизительно 25 м при водяном и 15 м при воздушном отоплении.

#### 4. ВЕНТИЛЯЦИЯ И АСПИРАЦИЯ

На предприятиях пищевых производств применяют естественную и механическую вентиляцию, общеобменную и местную.

Если проветривание помещений происходит непрерывно, а количество воздуха регулируется степенью открывания специальных фрагуг, то такой способ вентиляции носит название *естественной вентиляции*, или *аэрации*.

Регулирование аэрации в зависимости от направления ветра достигается соответствующим распределением отверстий в ограждающих элементах зданий. Для этого в стенах и фонарях здания устанавливают достаточные по площади приточные отверстия, переплеты которых снабжены механизмами открывания.

Воздух поступает и удаляется при аэрации вследствие разности давления на одну и другую сторону приточных и вытяжных отверстий. Разность давления создается тепловым перепадом (разность температур внутреннего и наружного воздуха) и воздействием ветра на ограждающие конструкции здания.

К недостаткам естественной вентиляции относятся: невозможность подогрева и увлажнения приточного воздуха, его очистки и направления на определенные рабочие места.

*Механическая вентиляция* - это комплекс систем воздуховодов и механических вентиляторов, обеспечивающих поддержание постоянного воздухообмена независимо от внешних метеорологических условий. Механическая вентиляция подразделяется на *общеобменную* и *местную*. Общеобменная вентиляция может быть *приточной*, *вытяжной* и *приточно-вытяжной*.

*Общеобменная приточная система вентиляции* осуществляет забор воздуха (вне здания) вентилятором через калорифер, в котором воздух подогревается, а затем подается в помещения по каналам-воздуховодам.

Фильтры, калориферы и вентиляторы с электродвигателями располагаются в изолированном помещении - камере. Приточные камеры изготавливают из железобетонных панелей и размещают в подвалах, на специальных площадках либо в отведенных для этой цели помещениях. Забор воздуха следует производить на высоте не менее 2 м от земли в незапыленных местах в стороне от места выброса вытяжного воздуха. Дополнительно на пути движения воздуха для полной очистки его от пыли устанавливают фильтры.

В зимний период холодный воздух перед подачей в помещение подогревают специальными приборами - калориферами.

**Вытяжная общеобменная вентиляция** устраивается для удаления вредных примесей воздушной среды, распространенных по всему объему помещения. Основными частями вытяжной механической вентиляции являются устройства для забора воздуха, воздухопроводы и каналы, вентиляторы с электродвигателем, вытяжная шахта с зонтом.

**Местная приточная вентиляция** - это воздушные души и завесы. Скорость подачи воздуха - 0,5...3 м/с.

Местная вытяжная система вентиляции предотвращает распространение вредных выделений по помещению, потому что местные отсосы удаляют их при меньшем расходе вентиляционного воздуха.

Отсасывание воздуха из закрытого помещения в целях борьбы с пылью носит название аспирация. **Аспирация** широко применяется на предприятиях пищевой промышленности, там, где производятся дробление, размол, сепарация сырья, а также фасование продукта.

**Установки для кондиционирования воздуха** рассматриваются как особый вид вентиляционных устройств, предназначенных для создания искусственного микроклимата и для поддержания заданных параметров воздуха в помещении в течение года. Микроклимат характеризуется следующими показателями: температурой, влажностью, скоростью движения воздуха и интенсивностью теплового облучения в помещениях.

В промышленных зданиях применяют технологическое и комфортное кондиционирование воздуха.

Система кондиционирования воздуха может быть круглогодичной или сезонной, полной или частичной (поддержание только некоторых параметров).

Кондиционеры в основном монтируют из типовых секций производительностью 10, 20, 40, 50, 60, 80, 120, 160, 200 и 240 тыс. м<sup>3</sup>/ч воздуха.

Расчет и выбор систем вентиляции основывается на составе и физических свойствах воздуха (давлении, температуры, влажности, теплосодержании).

Вентиляционные системы должны обеспечивать кратность или величину вентиляционного обмена, а также поддерживать метеорологические условия в помещениях в соответствии с нормативными требованиями для производственных зданий.

Целью расчета вентиляции является определение объемного расхода воздуха, необходимого для подбора калорифера и вентилятора к нему.

## **5. ВОДОПРОВОД И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

### **5.1. Общие сведения**

#### **5.1.1. Основы проектирования внутренних систем водопровода**

Внутренний водопровод проектируется для подачи воды непосредственно потребителю. Система внутреннего водопровода включает вводы, водомерные узлы, стояки, магистральную и разводящую сети с подводками к санитарным приборам или технологическим установкам, водоразборную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от назначения здания, местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода могут входить насосные установки и водопроводные баки, резервуары и другие сооружения, расположенные как внутри здания, так и около него.

Внутренние системы водопровода устраивают с целью обеспечения водой хозяйственно-питьевых, противопожарных и производственно-гигиенических нужд для производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, оборудуемых соответствующими системами канализации.

В производственных и вспомогательных зданиях хозяйственно-питьевой водопровод не обязателен в том случае, если отсутствует централизованный водопровод, а количество работающих на предприятии не превышает 25 человек в смену.

В проектах должны предусматриваться наиболее рациональное использование воды, а также экономичные и надежные в действии внутренние системы водопровода, учитывающие все местные условия и особенности проектируемого здания, возможность применения индустриального метода заготовки узлов систем водопровода и поточно-скоростного производства монтажных работ, удобство и экономичность эксплуатации систем, широкое использование оборудования и деталей, изготовляемых промышленностью, увязка с архитектурно-строительной, технологической и другими частями проекта.

## 5.1.2. Источники и качество воды

Вода, подаваемая для хозяйственно-питьевых нужд потребителей производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, по качеству должна удовлетворять следующим показателям.

### 1. Бактериологические показатели

Общее количество бактерий на 1 мл неразбавленной воды (не более) 100

Количество бактерий группы кишечной палочки:

определяемый по плотной элективной среде с применением концентраций бактерий на мембранных фильтрах в 1 л воды (коли-индекс) (не более) 3

при использовании жидких сред накопления (коли-титр) (не менее) 300

### 2. Показатели токсических химических веществ воды, мг/л

Бериллий ( $Be^{2+}$ ), мг/л	0,0002
Молибден ( $Mo^{2+}$ ), мг/л	0,5
Мышьяк ( $As_{3+;5+}$ ), мг/л	0,05
Нитраты (по N), мг/л	10
Полиакриламид	2
Свинец ( $Pb^{2+}$ )	0,1
Селен ( $Se^{6+}$ )	0,001
Стронций ( $Sr^{2+}$ )	2,0
Фтор, мг/л:	
для I и II климатических районов	1,5
для III климатического района	1,2
для IV климатического района	0,7
Уран (U) природный и уран-238, мг/л	1,7

Радий-226 (Ra), Ки/л	1,2 10 <sup>-16</sup>
Стронций-90 (Sr), Ки/л	4 10 <sup>-16</sup>

### 3. Органолептические показатели

Запах при 20°C и при подогревании воды до 60 °С , баллы (не более)	2
Привкус при 20°C, баллы (не более)	2
Цветность по платинокобальтовой или имитирующей шкале, град (не более)	20
Мутность по стандартной шкале, мг/л (не более)	1,5

#### *Допустимая концентрация в воде химических веществ*

Сухой остаток, мг/л	1000
Хлориды (Cl <sup>-</sup> ), мг/л	350
Сульфаты (SO <sup>2-</sup> ), мг/л	50
Марганец (Mn <sup>2+</sup> ), мг/л	0,1
Медь (Cu <sup>2+</sup> ), мг/л	1,0
Цинк (Zn <sup>2+</sup> ), мг/л	5,0
Остаточный алюминий (Al <sup>3+</sup> ), мг/л	0,5
Гексаметафосфат ( PO <sub>4</sub> ), мг/л	3,5
Общая жесткость, мг-экв/л	7,0

Примечания: 1. Водородный показатель (рН) должен быть в пределах 6,5-8,5.

2. При использовании подземных вод без установок по обезжелезиванию воды, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, содержание железа в воде, поступающей в водопроводную сеть, допускается до 1 мг/л.

После хлорирования вода не должна иметь хлорофеноловых запахов.

К смывным бочкам, смывным кранам и писсуарам может быть подведена вода непитьевого качества.

Вода относительно низкой температуры обычно требуется для охлаждения производственных агрегатов, а также для холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.

В воде, применяемой для охлаждения производственных агрегатов, содержание взвешенных веществ не должно превышать норм, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Допустимое содержание взвешенных веществ в воде

Охлаждающее устройство	Содержание взвешенных веществ, мг/л	
	круглогодное	в паводок
Холодильники коробчатого типа:		
фурмы	15	30
прочие холодильники	30	60
Холодильники трубчатого типа:		
фурменные амбразуры, шлаковые и чугунные лотки	50	100
прочие холодильники	100	200

В воде, подаваемой на производственные нужды, содержание железа нежелательно во всех случаях. Для производств предельное содержание железа не должно превышать 0,1 мг/л.

Содержание взвешенных веществ в воде, используемой для производственных нужд, допускается не более 100 мг/л, а для ряда производств (текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности и др.) требуется вода высокой степени прозрачности и в каждом отдельном случае определяется требованиями технологии производства.

Для пищевых предприятий должна подаваться вода питьевого качества.

Цветность воды для многих производств (текстильной, бумажной, искусственного волокна и др.) не должна превышать 15 град.

Наиболее важными показателями химического состава воды являются

жесткость, содержание железа, содержание других химических соединений, вредных для технологии.

Для котлов высокого давления производительностью 2 т/ч и более жесткость воды и содержание кислорода не должны превышать норм.

## **5.2. Системы и схемы водопровода**

### **5.2.1. Характеристика систем водопровода различных зданий и сооружений**

В зданиях могут быть следующие системы внутреннего водопровода:

- единый водопровод для подачи воды питьевого качества на все нужды;
- отдельные системы водопровода - хозяйственно-питьевой и производственный (один или несколько);
- отдельные системы водопровода - хозяйственно-противопожарный и производственный (один или несколько);
- отдельные системы водопровода - хозяйственно-питьевой и производственно-противопожарный (возможны другие системы производственного водопровода или отдельно противопожарный водопровод);
- водопровод циркуляционный, состоящий из двух сетей: подающей и обратной;
- водопровод повторного использования в самом здании (с целью сокращения расхода воды).

Единый водопровод применяют при отсутствии или малой потребности (до 100 м<sup>3</sup>/сутки) воды на производственные нужды.

Не допускается соединение сетей хозяйственно-питьевого водопровода с сетями, подающими воду непитьевого качества. В исключительных случаях по согласованию с органами Государственного санитарного надзора допускается использование хозяйственно-питьевого водопровода в качестве резерва для водопровода, подающего воду непитьевого качества. В этом случае 'резервное соединение должно обеспечивать воздушный разрыв между сетями.

**Прямоточные системы** по типу сетей разделяют на три вида: *тупиковые, кольцевые или закольцованные вводами и двойные сети.*

*Тупиковые сети* применяют:

- в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве только одного ввода;
- в производственных водопроводах в том случае, когда допускается перерыв в подаче воды на производственные нужды;
- при числе внутренних пожарных кранов до 12, если эти сети одновременно являются и противопожарными, а также в отдельных случаях при большом числе пожарных кранов, если внутренний водопровод питается водой от тупиковой наружной сети.

Тупиковые сети устраивают из труб различного или постоянного диаметра

**Кольцевые водопроводные сети** применяют в:

- противопожарных водопроводах при 12 пожарных кранах и более;
- производственных водопроводах, обслуживающих оборудование, которое требует непрерывной подачи воды.

Кольцевые сети, как правило, должны иметь два или несколько вводов. В кольцевой сети с несколькими вводами основная магистраль проектируется одного диаметра по всей длине.

*Двойные сети* применяют в тех случаях, когда при перерыве подачи воды может произойти авария на производстве.

Непрерывность подачи воды должна обеспечиваться как наружными, так и внутренними системами водоснабжения. Для обеспечения непрерывности подачи воды могут применяться следующие схемы сетей: кольцевая сеть с увеличенным числом вводов и установкой дополнительных задвижек или запорных вентилей и двоичная сеть.

В кольцевой сети для питания оборудования, не допускающего перерыва в подаче воды, необходимо предусматривать возможность отключения любого агрегата любого участка сети без прекращения подачи воды другим агрегатам.

Это же правило должно быть соблюдено и при применении двойного водопровода.

В кольцевой или двойной водопроводной сети необходимо предусматривать возможность замены любой задвижки на магистрали без прекращения подачи воды оборудованию.

**Циркуляционные системы** состоят из двух сетей: *подающей* и *обратной*.

В двухступенчатой системе подающая сеть, как правило, является напорной, а обратная - самотечной.

Обратная сеть в отличие от самотечных канализационных сетей имеет следующие особенности:

а) при расчете сети для отвода максимального расхода воды задаются диаметром труб, после чего определяют уклон трассы;

б) смотровые колодцы устанавливают по конструктивным соображениям, принимая их с открытыми лотками или ревизиями на закрытой сети и двойными крышками.

При одноступенчатой схеме, как подающей, так и обратной, трубопроводы являются напорными и должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к напорным сетям.

Мелкие агрегаты, охлаждаемые водой, которые можно объединить в отдельные узлы, целесообразно присоединять к сборным магистралям циркуляционного водопровода, прокладываемого вне зданий.

**Системы повторного использования воды.** Повторное использование воды может осуществляться как в самом здании, так и вне его.

При повторном использовании воды в здании проектируют специальный водопровод со всеми необходимыми установками: насосной, баками, резервуарами и пр.

В системах со значительным расходом воды не целесообразно устанавливать напорные регулирующие баки или запасные резервуары из-за их больших размеров. В этих случаях для обеспечения бесперебойной подачи воды следует предусматривать автоматизацию работы водопроводов.

Для автоматического выброса лишней воды, поступающей в систему повторного использования, устанавливают контактные манометры.

Повторное использование воды применяют также для извлечения и утилизации сырья.

Отработавшую воду после кондиционеров целесообразно использовать для охлаждения другого оборудования.

В жилых зданиях высотой 17 этажей и более, административных зданиях, гостиницах, пансионатах, санаториях, домах отдыха, производственных и вспомогательных зданиях высотой более 50 м предусматривается зонирование водопровода. Высота зоны определяется из расчета максимально допустимого гидростатического напора у нижних пожарных кранов и хозяйственных водоразборных точек. При зонировании водопровода подача воды может быть предусмотрена от водонапорных или гидропневматических баков, а также непосредственно от наружного водопровода. Имеющееся давление во внешней водопроводной сети используется для подачи воды в нижние этажи зданий.

### **5.2.2. Противопожарные системы водопровода**

Во внутренние водопроводы для пожаротушения вода подается непосредственно от наружной сети через вводы прямо или через промежуточную регулирующую емкость. Потребный напор определяется по формуле:

$$H_{нотр} = h_c + H_{св} + \Delta_z$$

где  $h_c$  - потери напора на вводах и во внутренней сети;

$H_{св}$  - свободный напор у водоразборного устройства;

$\Delta_z$  - разность отметок ввода в здание и наиболее высоко расположенного водоразборного устройства.

## 5.3. Внутренние системы горячего водоснабжения

### 5.3.1. Классификация систем

По способу раздачи горячей воды и источнику тепла внутренние системы горячего водоснабжения делятся на три основные группы:

1) централизованные (единые) системы с внешним источником тепла, т.е. с получением тепла от тепловых сетей теплофикационных систем или систем районного теплоснабжения;

2) централизованные (единые) системы с внутренним источником тепла, т.е. с получением тепла от собственной местной котельной;

3) децентрализованные системы, в том числе поквартирные установки, с приготовлением горячей воды в нескольких внутренних генераторах тепла.

Схему присоединения централизованных систем с внешним источником тепла к тепловым сетям выбирают в зависимости от конкретных условий:

а) вида теплоносителя в сетях (вода, пар);

б) типа системы теплоснабжения (открытая, закрытая) и ее конструктивных особенностей (двухтрубная, трехтрубная, четырехтрубная);

в) возможности установки у абонентов баков-аккумуляторов горячей воды (верхних или нижних);

г) соотношения расчетных расходов тепла на нужды горячего водоснабжения и отопления (значения  $\rho = Q_{г.в}^{МАКС} / Q_0$  - при отсутствии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды).

Приготовление горячей воды в централизованных системах с внутренним источником тепла осуществляется или непосредственно в водогрейных котлах, или в пароводяных поверхностных либо смесительных подогревателях с получением пара от паровых котлов. Возможно использование промежуточных водоводяных подогревателей и при водогрейных котлах.

В децентрализованных системах применяют различные источники тепла:

- в жилых зданиях при централизованном газоснабжении - газовые водонагреватели (в зданиях любой этажности), при отсутствии газоснабжения - дровяные колонки (в зданиях с числом этажей до пяти) или генераторы тепла, располагаемые в топливниках кухонных плит, в сочетании с баком-аккумулятором либо емкостным подогревателем;

- в бытовых помещениях промышленных предприятий при числе душ до пяти или при расчетном расходе тепла на нужды горячего водоснабжения до 50 тыс. ккал/ч - индивидуальные пароводяные или водяные подогреватели;

- в кухнях столовых и ресторанов - генераторы тепла, располагаемые в топливниках плит.

При расчете производительности генератора тепла, располагаемого в топливнике обычной плиты, площадь его поверхности нагрева принимают равной 0,3-0,5 м<sup>2</sup>, в топливнике плиты ресторанного типа - до 1,3 м<sup>2</sup>. Тепловое напряжение генератора тепла  $Q/H$  от 10 до 12 тыс. ккал/(ч·м<sup>2</sup>). Продолжительность топки плиты в жилых зданиях 2,5 ч в сутки, в кухнях столовых и ресторанов 8-12 ч в сутки.

При расположении генераторов тепла в топливниках плит вода в аккумуляторах может нагреваться или путем ее циркуляции по системе бак-аккумулятор - генератор тепла (рис. 27), или от змеевика, располагаемого в емкостном закрытом подогревателе, являющемся одновременно аккумулятором горячей воды (рис. 28). Устройства без змеевика в аккумуляторе менее долговечны вследствие быстрого зарастания накипью генератора и циркуляционных труб.

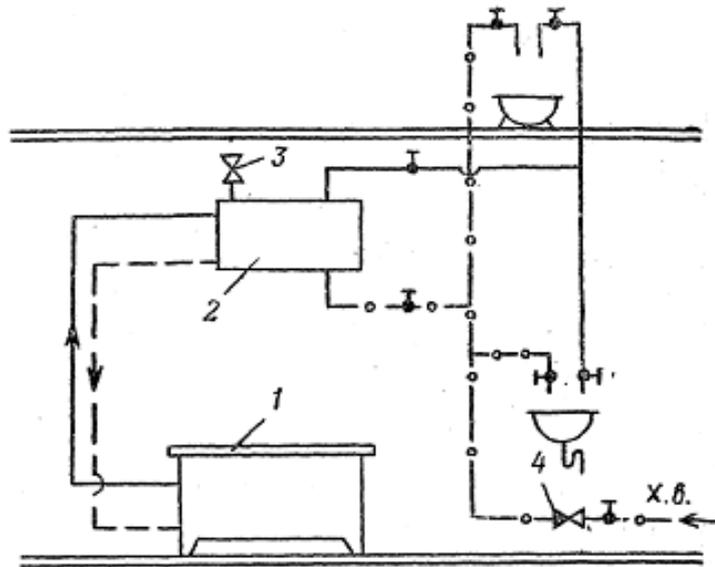


Рисунок 27. Схема непосредственного соединения генератора тепла с аккумулятором:

1 - плита (генератор тепла); 2 - бак-аккумулятор; 3 - предохранительный клапан  $d=20$  или 25 мм; 4 - обратный клапан

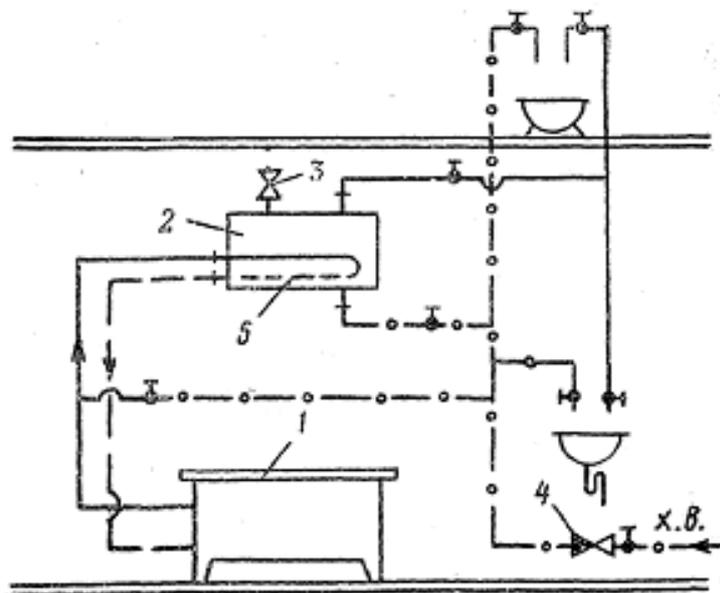


Рисунок 28. Схема с емкостным подогревателем:

1 - плита (генератор тепла); 2 - водо-нагреватель; 3 - предохранительный клапан  $d=20$  или 25 мм; 4 - обратный клапан; 5 - змеевик

### 5.3.2. Требования, предъявляемые к воде

Вода в системах бытового и производственно-бытового горячего водоснабжения должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874-73 «Вода питьевая». В системах с непосредственным разбором горячей воды из тепловых сетей допускается отклонение качества воды от требований этого ГОСТа в соответствии с указаниями главы СНиП II-Г.10-62 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

В централизованных системах горячего водоснабжения, в зависимости от качества подпиточной воды (ее жесткости, наличия агрессивной углекислоты, значения рН и т.д.) следует предусматривать мероприятия для предотвращения накипеобразования и внутренней коррозии трубопроводов и оборудования.

Необходимость умягчения горячей воды в банях и прачечных определяется указаниями глав СНиП II-Л.13-62 и СНиП II-Л.14-62.

### 5.3.3. Температуры и нормы расхода горячей воды

Согласно указаниям главы СНиП II-Г.8-62, температура горячей воды в точках водоразбора должна быть не ниже 60 °С, а после подогревателя не должна превышать 75 °С.

Нормы расхода горячей воды с  $t_r=65$  °С приведены в таблице 4. Если температура подаваемой к водоразборным кранам воды отличается от  $t_r=65$  °С, то норму расхода воды  $a_t$  находят по формуле

$$a_t = a_{65} = \frac{t_r - t_x}{65 - t_x}$$

где  $a_{65}$ - норма расхода горячей воды на 1 потребителя при  $t_r=65$  °С, л/сутки;

$t_r$ - температура горячей воды, поступающей к смесителю, °С;

$t_x$  - температура холодной воды, °С (обычно принимается равной 5 °С).

Таблица 4 - Нормы расхода горячей воды

Потребитель	Единица измерения	Норма водопотребления, л, при $t_r=65\text{ }^\circ\text{C}$
1	2	3
Жилые здания квартирного типа:		
оборудованные умывальниками, мойками и душами	1 человек в сутки	80-100
то же с сидячими ваннами	1 человек	100-110
то же с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм	1 человек	110-130
Жилые здания для одиноких и малосемейных	1 человек	80-120
Общежития:		
с общими душевыми	1 человек	40-50
то же, со столовыми и прачечными	1 человек	50-60
Гостиницы и пансионаты:		
с общими ваннами и душевыми	1 человек	50-60
с ваннами при 25% номеров	1 человек	80-100
с ваннами при 75% номеров	1 человек	120-160
с ваннами при всех номерах	1 человек	160-200
Больницы, санатории общего типа и дома отдыха с общими ваннами и душевыми	1 койка в сутки	150-180
Санатории и дома отдыха с ваннами при всех жилых комнатах	1 койка в сутки	180-200
Больницы и санатории с	1 койка	200-250

грязеводолечением	в сутки	
Поликлиники и амбулатории	1 посетитель	5
Клубы, Дома культуры и театры:		
с общими душевыми	1 душевая сетка в 1 ч	160-180
с индивидуальными душевыми кабинками	1 душевая сетка в 1 ч	90-110
Бытовые помещения промышленных предприятий и спортивные сооружения с душевыми	1 душевая сетка в 1 ч	270
Бани русского типа (без плавательных бассейнов)	1 посетитель	90-110
Бани комбинированного типа (без плавательных бассейнов)	1 посетитель	140-170
Ванно-душевые блоки:		
душевые кабины	1 посетитель	240
ванные кабины	1 посетитель	300

## **6. КАНАЛИЗАЦИЯ**

### **6.1. Общие сведения**

#### **6.1.1. Основные требования санитарных норм технологии и благоустройства**

Проектирование внутренней канализации зданий и сооружений осуществляется в соответствии с требованиями СНиП и СН, предъявляемыми к конкретным видам зданий и промышленных производств с учетом производственных процессов предприятий. В проектах внутренних систем канализации должны быть соблюдены следующие требования органов санитарного надзора:

- обеспечение минимального содержания в сточных водах вредных и неприятно пахнущих веществ;
- максимальное снижение шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений;
- обеспечение непрерывности процессов производства;
- сокращение количества сточных вод за счет оборотного и повторного использования воды.

Из оборотных систем водоснабжения сточные воды, как правило, сбрасывают в производственную канализацию промышленного предприятия.

Незагрязненные производственные сточные воды (из оборотных систем и др.) допускается сбрасывать в дождевую или производственную канализацию.

Сточные воды от душей и умывальников следует отводить в сеть бытовой или производственной канализации предприятия.

При отводе производственных сточных вод, выделяющих газы, следует предусматривать меры по предотвращению проникания газов в помещения. Не допускается смешивание стоков, при котором происходят химические реакции

с выделением вредных газов (сероводорода, цианистого водорода, мышьяковистого водорода и др.).

Спуск в городскую канализационную сеть сточных вод, содержащих вредные вещества, разрешается в том случае, если после смешения с основной массой сточных вод концентрация в них вредных веществ не превышает установленной нормами и не влияет на ход биологической очистки стоков.

Установки для очистки сточных вод допускается размещать в производственных зданиях в том случае, если в сточных водах, а также при их смешивании и очистке не образуются и не выделяются вредные или неприятно пахнущие пары и газы (меркаптаны, сероводород и др.).

Все здания, оборудуемые хозяйственно-питьевым водопроводом, должны иметь внутреннюю систему бытовой канализации.

В неканализованных районах допускается размещать следующие здания с устройством люфт-клозетов или наружных уборных с выгребами: одно- и двух-этажные общежития вместимостью до 50 человек; поликлиники с числом посетителей до 200 человек; школы на 320 ученических мест; пионерские лагеря на 240 мест, используемые только в летнее время; клубы I типа; предприятия общественного питания; производственные и вспомогательные здания при наличии работающих в них до 25 человек в смену; открытые плоскостные спортивные сооружения.

Люфт-клозеты допускается устраивать в зданиях различного назначения, строящихся в I, II и III климатических районах РФ.

### **6.1.2. Объемно-планировочные требования**

#### **Производственные здания**

В производственных зданиях уборные, умывальные и душевые размещают в бытовых помещениях, располагаемых или в пристройке к производственному зданию, или в отдельно стоящем здании, но с максимальным приближением их к рабочим местам.

**Душевые** рекомендуется размещать смежно с гардеробными, но не у наружных стен здания. Душевые кабины оборудуют, как правило, индивидуальными смесителями холодной и горячей воды с арматурой управления, расположенной у входа в кабину.

Число душевых сеток определяется по расчетному количеству человек, обслуживаемых одной душевой сеткой, работающих в наиболее многочисленной смене, в зависимости от групп производственных процессов.

Расчетная продолжительность работы душевых составляет 45 мин после каждой смены.

Вместо кабин можно применять групповые душевые установки.

Размеры между осями перегородок душевых кабин должны быть 0,9х0,9 м.

Ширина прохода принимается равной (не менее, м):

между рядами душевых кабин или между душевыми установками квадратного сечения	1,5
между рядом кабин и стеной (перегородкой)	0,9
между душевыми установками круглого очертания в плане	1
между установками и стеной (перегородкой)	0,7

**Уборные.** Расстояние от рабочих мест до уборных, размещаемых в здании, должно быть не более 75 м и не более 150 м до уборных, размещаемых вне здания.

В многоэтажных производственных зданиях уборные должны быть на каждом этаже.

Исключение составляют следующие случаи: при количестве работающих на двух смежных этажах до 30 человек уборные размещают через этаж; при отсутствии работающих на одном этаже, а также при количестве работающих на трех этажах не более 10 человек - через два этажа.

На промышленных предприятиях уборные, как правило, оборудуют напольными чашами; допускается установка унитазов. При числе кабин более

трех одна из них должна быть оборудована унитазом. В мужских уборных необходимо устанавливать писсуары.

Число напольных чаш (или унитазов) и писсуаров в уборной назначается в зависимости от количества человек в наиболее многочисленной смене из расчета одна напольная чаша (или один унитаз) на 15 женщин и одна напольная чаша (или унитаз) и один писсуар на 30 мужчин. Количество напольных чаш (или унитазов) и писсуаров в одной уборной должно быть не более 16.

**Расположение санитарных приборов.** Санитарные приборы следует располагать в отапливаемых и вентилируемых помещениях с естественным или искусственным освещением.

**Писсуары.** Групповые мужские уборные необходимо оборудовать писсуарами из расчета один писсуар на один унитаз. Расстояние между осями писсуаров должно быть не менее 0,7 м. Стены, на которых устанавливают групповые писсуары, требуется облицевать на высоту не менее 1,5 м.

**Умывальники.** Расстояние от умывальников до других санитарных приборов и строительных конструкций должно быть (не менее, м):

между осями умывальников при групповой установке	0,65
от боковой стороны умывальника до стены в бытовых помещениях	0,15
то же, в жилых домах (при длине умывальника 0,65 м)	0,05
от передней стенки умывальника до стены	0,8
то же, при групповой установке умывальников	1,25
между двумя рядами умывальников	2
между боковой стороной умывальника и осью клозетной чаши унитаза	0,4
от оси унитаза до наружного края ванны	0,45

Для группы умывальников (не более шести), располагаемых в одном помещении, можно предусматривать один сифон-ревизию диаметром 50 мм.

Сифоны бутылочного типа устанавливают только под индивидуальные умывальники. Не допускается присоединение двух умывальников, расположенных в разных помещениях, к одному сифону.

*Мойки.* Мойки, устанавливаемые в кухнях, столовых и буфетах, должны иметь между выпуском и сифоном (гидравлическим затвором) воздушный разрыв не менее 20 мм.

Для одной мойки с несколькими отделениями предусматривается один сифон. Бутылочный сифон устанавливают для моек с одним отделением.

*Душевые и ванны комнаты.* Ванны можно устанавливать на чугунных ножках и бетонных подставках (встроенные ванны). При облицовке боковых поверхностей ванн требуется обеспечивать доступ к сифону, устраивая люк размером 0,3х0,3 м. При покрытии боковых поверхностей ванн съемными асбестоцементными листами люки не устраивают.

В полу ваннных комнат общего пользования нужно устанавливать трапы диаметром 50 мм. В ваннных комнатах или совмещенных санитарных узлах в жилых квартирах и ваннных комнатах при отдельных номерах гостиниц трапы не устанавливают.

Для индивидуальных и групповых душевых, располагаемых на междуэтажных перекрытиях, рекомендуется применять душевые поддоны.

Диаметр отводной трубы и гидравлического затвора у питьевых фонтанчиков должен быть не менее 25 мм.

## **6.2. Системы канализации**

В зависимости от назначения здания и предъявленных требований к сбросу сточных вод проектируются следующие системы внутренней канализации:

а) *бытовая* - для отведения сточных вод от санитарных приборов (унитазов, раковин, умывальников, ванн, моек, душей и др.);

б) *производственная* - для отведения производственных сточных вод (одна или несколько в зависимости от состава сбрасываемых сточных вод);

в) *объединенная* - для отведения бытовых и производственных сточных вод при возможности их совместной очистки;

г) *сеть внутренних водостоков* - для удаления атмосферных осадков с крыш зданий.

В производственных зданиях с различными технологическими процессами могут быть применены все указанные системы канализации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дятков С.В. Промышленные здания и их конструктивные элементы: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 1971. 391 с.
2. Ильяшев А.С., Тимьянский Ю.С., Хромец Ю.Н. Пособие по проектированию промышленных зданий: учеб. пособие / под ред. Ю.Н. Хромца. М.: Высш. шк., 1990. 303 с.
3. Проектирование хлебопекарных предприятий с основами САПР: учебник. М.: Колос, 1994. 223 с.
4. Андреев А.Н. Производство сдобных хлебобулочных изделий. СПб.: ГИОРД, 2003. 480 с.
5. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. 9-е изд., испр. и доп. СПб.: Профессия, 2005. 416 с.
6. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. М.: Колос, 2003. 400 с.
7. Виноградов Ю.Н., Косой В.Д., Новик О.Ю. Проектирование предприятий мясомолочной отрасли и рыбообработывающих производств. Ч. 1. Теоретические основы общестроительного проектирования. СПб.: ГИОРД, 2005. 378 с.
8. Драгилев А.И., Сезанаев Я.М. Производство мучных кондитерских изделий: учеб. пособие. М.: ДеЛи, 2000. 446 с.
9. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Ч. 1. Оборудование для убоя и первичной обработки. М.: Колос, 2001. 552 с.
10. Олейникова А.Я., Магомедов Г.О. Проектирование кондитерских предприятий: учебник. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: ГИОРД, 2005. 411 с.
11. Внутренние санитарно-технические устройства: справочник проектировщика. В 3-х ч. Ч. 2. Водопровод и канализация / редкол. И.Г. Староверова, Ю.И. Шиллера. 4-е изд., испр. и доп. М.: Стройиздат, 1990. 246 с.
12. Внутренние санитарно-технические устройства: справочник проектировщика. В 2 ч. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / редкол. И.Г. Староверов. М.: Стройиздат, 1978. 509 с.

Учебное издание

*Исаев Хафиз Мубариз-оглы*  
*Купреенко Алексей Иванович*  
*Михайличенко Станислав Михайлович*  
*Исаев Самир Хафизович*

**«Основы инженерного строительства  
перерабатывающих предприятий»**

Учебное пособие  
для студентов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия;  
направленность Технологическое оборудование  
для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции,  
очной и заочной формы обучения

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 19.11.2021 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,62. Тираж 25 экз. Изд. № 7168.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ